# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 12 FÉVRIER 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la différence des pressions barométriques en deux points d'une même verticale;* par M. J. JAMIN.

« Les observations barométriques faites en 1832 par Kaemtz, entre Zurich, le Righi et le Faulhorn, ont fait voir que la différence des pressions entre deux points superposés varie avec les saisons; qu'elle atteint son maximum en été, son minimum en hiver. Depuis cette époque, un double observatoire a été créé par M. Alluard au sommet et à la base du puy de Dôme, et des observations barométriques régulières y ont été exécutées six fois par jour sans interruption depuis plus de quatre ans : elles méritent toute confiance. J'ai voulu savoir si le fait annoncé par Kaemtz se reproduit chaque année au puy de Dôme, et j'ai calculé les mesures exécutées par M. Alluard. On les retrouve en effet avec une parfaite régularité non seulement pour les diverses saisons, mais aussi pour les diverses heures du jour, avec ce caractère constant que les différences entre les pressions observées à la base et au sommet diminuent quand la température augmente et augmentent toutes les fois qu'elle décroît, de

sorte qu'il y a, chaque année et chaque jour, un maximum au solstice d'été et à $3^h$, et un minimum au solstice d'hiver et au moment du lever du Soleil. Voici les résultats obtenus en 1880 :

*Différences des pressions au sommet et à la base du puy de Dôme.* — Année 1880.

| | $6^h$. | | $9^h$. | | $12^h$. | | $3^h$. | | $6^h$. | | $9^h$. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Obs. | Calc. à zéro et à $760^{mm}$. | Obs. | Calc. à zéro et à $760^{mm}$. | Obs. | Calc. à zéro et à $760^{mm}$. | Obs. | Calc. à zéro et à $760^{mm}$. | Obs. | Calc. à zéro et à $760^{mm}$. | Obs. | Calc. à zéro et à $760^{mm}$ |
| Janvier..... | 93,45 | 101,5 | 93,29 | 101,8 | 93,07 | 102,5 | 92,86 | 102,6 | 93,07 | 101,7 | 93,31 | 101,6 |
| Février .... | 91,48 | 103,5 | 91,24 | 102,6 | 90,98 | 102,5 | 90,79 | 103,8 | 91,11 | 102,7 | 91,28 | 102,4 |
| Mars....... | 90,67 | 102,0 | 90,42 | 103,0 | 89,77 | 103,7 | 89,34 | 103,6 | 89,69 | 102,8 | 90,09 | 102,3 |
| Avril...... | 90,57 | 102,8 | 90,52 | 103,5 | 89,97 | 103,5 | 89,76 | 103,6 | 88,90 | 103,4 | 90,21 | 102,9 |
| Mai........ | 89,89 | 102,9 | 89,49 | 103,5 | 89,14 | 104,1 | 88,71 | 103,5 | 88,75 | 103,0 | 89,30 | 102,7 |
| Juin....... | 89,26 | 102,9 | 88,86 | 103,3 | 88,63 | 104,1 | 88,43 | 103,5 | 88,55 | 103,0 | 88,56 | 102,7 |
| Juillet..... | 87,77 | 102,7 | 87,45 | 103,4 | 86,88 | 103,7 | 86,63 | 103,7 | 86,69 | 103,4 | 87,20 | 102,5 |
| Août...... | 87,95 | 102,2 | 87,69 | 103,3 | 86,93 | 103,2 | 87,02 | 103,5 | 87,17 | 102,4 | 87,47 | 102,5 |
| Septembre . | 88,71 | 103,8 | 88,45 | 103,1 | 88,05 | 103,7 | 87,69 | 104,4 | 87,98 | 103,0 | 88,39 | 102,6 |
| Octobre.... | 89,47 | 102,6 | 89,46 | 103,3 | 88,96 | 103,4 | 88,73 | 103,4 | 88,96 | 102,7 | 89,28 | 102,8 |
| Novembre.. | 91,61 | 102,5 | 91,46 | 102,7 | 91,33 | 103,3 | 91,19 | 102,0 | 91,47 | 102,7 | 91,55 | 102,7 |
| Décembre.. | 91,58 | 102,9 | 91,67 | 103,2 | 91,57 | 103,6 | 91,47 | 103,6 | 91,54 | 103,1 | 91,64 | 102,8 |

» Les mêmes variations se retrouvent au pic du Midi, dans le centre de l'Afrique, sans nul doute dans tous les pays du monde; dès lors elles dépendent d'une cause générale qu'il n'est pas difficile de constater ni de calculer, c'est la température.

» Chaque couche de l'atmosphère absorbant pendant le jour une portion des rayons solaires s'échauffe et se dilate, l'ensemble s'élève et se gonfle comme un ballon; c'est au moment du maximum d'échauffement que cette poussée est le plus marquée : elle commence au lever du soleil, augmente jusqu'à $3^h$ pour diminuer ensuite; alors les couches d'air s'affaissent et leur épaisseur totale décroît jusqu'au moment du lever solaire suivant. Ce gonflement et la dépression qui lui succède se font à la fois sur tous les points d'un même méridien; peu sensibles vers les pôles, ils s'exagèrent et deviennent considérables à mesure qu'on s'approche du point où le Soleil est vertical à midi, à cause des grandes variations de la température. Pour avoir une idée de leur importance, il suffit de remarquer qu'au pic du Midi les différences diurnes de température atteignent jusqu'à 12° dans un jour d'été et que la couche atmosphérique, épaisse en ce lieu de $2336^m$, se dilate de $2366 \times 0,00366 \times 12$, ce qui équivaut à $105^m$ environ. L'effet est encore plus marqué de l'été à l'hiver; la tem-

pérature moyenne variant d'environ 22°, le boursouflement atteint 190$^{m}$. Si pour une si faible altitude il se produit de pareilles oscillations, on peut admettre qu'elles sont bien autrement considérables pour l'atmosphère entière, et l'on est conduit à reconnaître un phénomène dont le rôle est considérable : un gonflement de l'atmosphère pendant l'été, un affaissement pendant l'hiver, et chaque jour, à 3$^{h}$, tout le long du méridien éclairé, une crête, une sorte de côte continue, très élevée en son milieu, plus basse vers les pôles; puis, comme l'échauffement se déplace avec le Soleil, c'est une véritable marée atmosphérique, une vague roulant sur le globe qu'elle parcourt en vingt-quatre heures.

» Si ces dilatations et ces contractions se faisaient exclusivement dans le sens vertical et si la pesanteur ne variait pas avec l'altitude, il n'en résulterait aucun changement de pression, parce que les couches superposées se dilateraient sans changer de poids; il n'en est pas tout à fait ainsi; les dilatations se font dans tous les sens. Il en résulte des courants intérieurs des déplacements latéraux; le tout se complique encore des diminutions de poids que les couches atmosphériques éprouvent quand elles montent. De là résultent les variations horaires du baromètre : deux minima à la plus grande et à la plus petite chaleur du jour avec des maxima intermédiaires, variations plus marquées vers l'équateur, plus faibles vers les pôles, toujours très petites, seuls indices d'un grand phénomène, d'une grande variation dans la hauteur de l'atmosphère, dont elles ne font comprendre ni l'étendue, ni la grande importance. C'est un phénomène compliqué, qui varie avec la latitude, l'altitude et la saison, et dont les lois sont encore peu connues.

» Mais tout se simplifie si, au lieu de l'atmosphère entière, on se borne à considérer deux stations sur la même verticale, à des altitudes différentes, comme au Puy-de-Dôme et à Clermont. La différence $H - h$ des pressions qu'on y observe mesure la pression exercée en bas par la couche intermédiaire seule. On élimine ainsi les assises supérieures de l'atmosphère et toutes les variations de leur niveau pour ne considérer qu'une calotte relativement mince dont l'épaisseur est invariable, le volume constant et dont le poids, proportionnel à $H - h$, doit diminuer quand la température augmente. On voit, en effet, par le Tableau précédent, que $H - h$ varie très régulièrement chaque jour et pendant l'année entière, diminuant jusqu'à 3$^{h}$ après midi, augmentant ensuite jusqu'au lever du soleil et croissant du solstice d'été au solstice d'hiver.

» Cette explication générale ne suffit pas : on peut aller plus loin, cal-

culer approximativement les variations que $H - h$ doit éprouver par les changements de température, de pression et d'état hygrométrique; pour cela, on admettra que, dans toute l'épaisseur de la couche, la température, la pression et la force élastique $f$ sont invariables et égales aux moyennes des observations faites au sommet et à la base, et que la densité en chaque point est

$$d = \frac{d_0}{760} \frac{\frac{H+h}{2} - \frac{3}{8}f}{1 + \alpha \frac{T+t}{2}},$$

et, puisque $H - h$ doit être proportionnel à cette densité, le quotient de $H - h$ par $d$ exprimera la pression C qu'exercerait la couche intermédiaire si elle était partout à la pression $760^{mm}$ et à la température de $0^{o}$; ce quotient est

$$(\alpha) \qquad 760 \frac{H-h}{\frac{H+h}{2} - \frac{3}{8}f}\left(1 + \alpha \frac{T+t}{2}\right) = C$$

ou, approximativement,

$$(\beta) \qquad 2 \times 760 \frac{H-h}{H+h}\left[1 + \frac{3f}{4(H-h)}\right]\left[1 + \frac{2(T+t)}{1000}\right] = C;$$

on pourra, sans erreur appréciable, négliger le terme en $f$ et écrire

$$1520 \frac{H-h}{H+h}\left[1 + \frac{2(T+t)}{1000}\right] = C.$$

» On peut voir que les valeurs de C, calculées dans le Tableau précédent, sont sensiblement constantes pour chaque mois. Elles le sont également pour chaque jour et à toute heure, malgré les pluies, les vents, les nuages et tous les accidents qui surviennent, et l'équation $(\beta)$ est une relation toujours vérifiée entre les observations faites au sommet et à la base d'une montagne.

» H et $h$ variant toujours dans le même sens, et presque proportionnellement, le calcul prouve également la constance de l'expression

$$\frac{H-h}{h}\left[1 + \frac{2(T+t)}{1000}\right].$$

» Il faut démontrer maintenant que cette pression de la couche d'air inférieure doit, en effet, être constante, ramenée à 0 et à $760^{mm}$; pour cela,

il faut se rappeler que la densité des couches décroît en progression géométrique pour des altitudes croissant en progression arithmétique, et que l'on a, en appelant $x$ l'altitude,

$$\frac{H}{h} = e^{\frac{x}{\alpha}} = 1 + \frac{x}{\alpha} + \frac{x^2}{1.2\alpha^2} + \ldots$$

» C'est une autre expression de la formule barométrique dans laquelle $\alpha$ est une quantité très grande qui est

$$\alpha = 18405(1 + 0,00260 \cos 2\lambda)\left[1 + \frac{\alpha(T+t)}{2}\right];$$

le coefficient $\alpha$ étant très grand, on peut se contenter des deux premiers termes de la série et écrire

$$\frac{H-h}{h}\left[1 + \frac{\alpha(T+t)}{2}\right] = \frac{x}{18405(1 + 00260 \cos 2\lambda)};$$

le premier membre doit donc être sensiblement invariable. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les chromates ;* par M. **Berthelot.**

« 1. J'ai été conduit à reprendre l'étude des chromates alcalins, au point de vue de leur chaleur de formation depuis les bases génératrices. Cette donnée joue un rôle capital dans la statique chimique; elle met en évidence et elle explique la formation prépondérante du bichromate de potasse, qui est l'une des réactions essentielles dans la fabrication industrielle des chromates.

» Je vais examiner les sujets suivants : 1° chaleur de dissolution des bichromates de potasse et d'ammoniaque et de l'acide chlorochromique; 2° chaleur de neutralisation de l'acide chromique par la potasse et par l'ammoniaque; 3° réaction des acides sur les chromates.

» 2. Dissolution. — *Bichromate de potasse.*

$Cr^2O^7K$ ($147^{gr},1$) dissous dans 40 fois son poids d'eau, à 11°,6 : − 8,51.

» Ce chiffre s'accorde avec les données des autres auteurs obtenues à des températures un peu différentes : soit − 8,54 (Graham), − 8,51 (Thomsen), − 8,53 (Morges). Sa variation avec la température (calculée d'après les chaleurs spécifiques) est faible : − 0,006($t$ − 15).

» 3. *Bichromate d'ammoniaque.*

$$Cr^2O^7AzH^4(126^{gr})[1^p \text{ du sel } + 40^p \text{ eau}], \text{ à } 13^\circ : -6{,}22.$$

» Joignons à ces chiffres les suivants, qu'il m'a paru inutile de déterminer à nouveau :

$CrO^4K(97^{gr},1)$ + l'eau : − 2,55 (Graham) ; − 2,63 (Morges),
$CrO^3(50^{gr})$ + l'eau : + 1,1 (Graham).

» Le dernier nombre montre combien est faible l'affinité de l'acide chromique pour l'eau et pourquoi cet acide ne forme pas des hydrates définis stables, corrélatifs de l'énergie chimique prépondérante des acides forts, tels que ceux des acides sulfurique, azotique, chlorhydrique. L'acide chromique se rapproche, au contraire, des acides faciles à séparer de l'eau, tels que l'acide acétique et surtout les acides sulfureux et carbonique qui se dégagent, de même que l'acide chromique, à l'état anhydre.

4. *Acide chlorochromique.*

$$Cr^2O^4Cl^2(155^{gr})(1^p + 100^p \text{eau}), \text{à } 8^\circ : +17{,}02 \text{ et } +16{,}33 ; \text{ moyenne} : +16{,}67.$$

Ce chiffre est comparable à la chaleur de dissolution des chlorures d'étain et d'arsenic. On en tire que

$$CrO^2Cl + O = CrO^3 + Cl$$

dégagerait, en l'absence de l'eau : + 10,9. L'acide chlorochromique vient se placer, sous ce rapport, entre les chlorures acides très oxydables (phosphore, silicium) et le perchlorure d'étain. Il s'écarte, au contraire, des chlorures métalliques ordinaires, dont la chaleur de formation surpasse en général celle des oxydes.

» 5. Neutralisation. — *Chromates de potasse.* — D'après M. Thomsen, on a

$CrO^3$ étendu + NaO étendue, à 18° ................ + 12,4

» J'adopterai cette valeur pour $CrO^3$ étendu + KO étendue. Un calcul fondé sur les chaleurs spécifiques des dissolutions (Marignac) montre qu'elle varie de — 0,03 par chaque degré d'élévation de température. On aura donc à 12° : + 12,6 ; à 8° : + 12,7.

» J'ai trouvé d'ailleurs :

$Cr^2O^7K(14^{gr},1 = 6^{lit}) + KO(47,1 = 2^{lit})$, à 12° ... + 11,6

nombre qui s'accroît d'une petite quantité (+ 0,13) par l'addition d'un excès de potasse. On déduit de là :

$$2 CrO^3 \text{ étendu} + KO \text{ étendue, à } 12^\circ : +25,2 - 11,8 = +13,4.$$

» Vers 8° : +13,6 ; vers 18° : +13,2 (¹).

» 6. *Chromates d'ammoniaque.* — J'ai trouvé

$$Cr^2O^7Am(120^{gr} = 4^{lit}) + AzH^3(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 12^\circ : +10,2,$$

en ajoutant ensuite $2KO(1^{éq} = 2^{lit})$ : +3,2,

$$Cr^2O^7Am(126^{gr} = 4^{lit}) + 2KO(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 12^\circ : +13,24.$$

» Le déplacement étant total dans les cas de ce genre, comme je l'ai établi ailleurs, il en résulte

$$2 CrO^3 \text{ étendu} + AzH^3 \text{ étendu, à } 12^\circ : [25,2 - 13,2] = +12,0,$$
$$CrO^3 \text{ étendu} + AzH^3 \text{ étendu, à } 12^\circ : \tfrac{1}{2}[12,0 + 10,2] = +11,1.$$

» Entre la chaleur de formation des sels de potasse et d'ammoniaque dissous, on retrouve ici cette différence à peu près constante (+1,5 pour le sel neutre; +1,6 pour le sel acide), déjà observée pour la plupart des acides connus.

» 7. Pour comparer la chaleur véritable de formation des chromates à celle des autres sels, il convient de la rapporter à l'état solide des corps réagissants, comme je l'ai établi ailleurs. On a ainsi :

(I) $CrO^3$ solide + KO solide = $CrO^4K$ : +47,8 ; $2CrO^3 + KO$ : +53,4,

(II) $\begin{cases} [CrO^3 \text{ sol.} + HO \text{ sol.}] + KHO^2 \text{ sol.} = CrO^4K \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ sol.} : +29,5 \\ [2CrO^3 \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ sol.}] + KHO^2 = Cr^2O^7K \text{ s.} + 3HO \text{ sol.} : +37,3. \end{cases}$

Ces chiffres sont fort inférieurs à la chaleur de formation des sulfates de potasse

(I) $SO^3 + KO = SO^4K$ : +70,7 ; $2SO^3 + KO = S^2O^7K$ : +83,8,

(II) $\begin{cases} SO^4H \text{ solide} + KHO^2 = SO^4K + H^2O^2 \text{ solide} : +40,7, \\ 2SO^4H \text{ s.} + KHO^2 = S^2O^3KH + H^2O^2 \text{ s.} + 48,2;\ S^2O^7K + 3HO \text{ s.} + 43,6 \end{cases}$

La prépondérance de l'acide sulfurique est ainsi mise en évidence. La chaleur de formation du chromate neutre solide, calculée d'après la formule (II), sur-

(¹) M. Thomsen a donné à 18°, pour $2CrO^3 + NaO$ : +13,1.

passe celle de l'acétate (¹) : $+21,9$ ; mais elle est moindre que celle de l'azotate ($+42,6$).

» 8. Ces chiffres donnent une idée générale de l'énergie relative de l'acide chromique, comparé aux autres acides, dans l'état solide. Mais, pour préciser, il est nécessaire d'envisager les acides, tels qu'ils existent en présence de l'eau : condition dans laquelle les acides forts ont perdu une portion de leur énergie, répondant à la formation de certains hydrates stables; tandis que les acides qui ne forment pas d'hydrates, ou qui ne forment que des hydrates dissociés, agissent à peu près comme en l'absence du dissolvant. Ce mode de comparaison ne peut pas être établi en toute rigueur, dans l'état actuel de nos connaissances; mais on s'en rapproche beaucoup, en envisageant la chaleur de formation depuis les acides dissous, et en la rapportant aux sels anhydres et séparés de l'eau, du moins toutes les fois que ces sels eux-mêmes ne forment pas des hydrates stables et non dissociables. (Voir *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 591 et 595.)

» Voici les chiffres qui définissent les chromates comparés aux autres sels, d'après ce procédé de calcul :

| | |
|---|---|
| $CrO^3$ dissous + KO dissoute = $CrO^4K$ solide............... | $+15,2$ |
| $2CrO^3$ dissous + KO dissoute = $Cr^2O^7K$ solide............... | $+21,9$ |

» On a d'ailleurs :

| | | | |
|---|---|---|---|
| $SO^4H$ dissous + KO dissoute | = $SO^4K$ solide.......... | | $+18,8$ |
| $2SO^4H$ dissous + KO dissoute | = $S^2O^8KH$ solide........... | | $+18,1$ |
| HCl dissous + KO dissoute | = KCl solide.......... | | $+17,9$ |
| $C^4H^4O^4$ diss. + KO dissoute | = $C^4H^3KO^4$ solide......... | | $+10,1$ |
| $CO^2$ dissous + KO dissoute | = $CO^3K$ solide........... | | $+6,8$ |
| $2CO^2$ dissous + KO diss. + HO | = $C^2O^6KH$ solide........... | | $+16,5$ |

» Les prévisions tirées de cette liste répondent, comme je vais le montrer, aux faits observés.

» 9. Réactions des acides sur les chromates (²). — 1° *Acide chlorhydrique.*

---

(¹) *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1883, p. 590.

(²) Rappelons les données suivantes tirées de mes expériences :

| | |
|---|---|
| SOH étendu + KO étendue dégage. | $+15,7-0,03\ (t-20)$ |
| HCl étendu + KO étendue....... | $+13,6-0,05\ (t-20)$ |
| $C^4H^4O^4$ étendu + KO étendue.... | $+13,3-0,006\ (t-20)$ |

» J'ai trouvé, par expérience :

$$\left\{\begin{array}{ll} 2\,CrO^4K(1^{éq}=2^{lit})+HCl(1^{éq}=2^{lit}),\ \text{à}\ 11^{\circ}\ldots\ldots & +2,4 \\ Cr^2O^7K(147^{gr}=4^{lit})+KCl(1^{éq}=2^{lit})\ldots\ldots\ldots\ldots & +0,0 \end{array}\right.$$

$$Cr^2O^7K(147^{gr}=4^{lit})+HCl(1^{éq}=2^{lit})\ldots\ldots\ldots\ldots\quad -0,1$$

» On conclut de ces chiffres que deux équivalents de chromate neutre sont changés en bichromate et chlorure par un équivalent d'acide chlorhydrique (27,5 — 25,2 = 2,3 calculé); le bichromate et l'acide chlorhydrique n'exerçant qu'une action réciproque très faible.

» C'est en effet ce que les chiffres tirés de notre dernière liste permettaient de prévoir. Car la formation de $2\,CrO^4$ solide dégage + 30,4; celle de $2\,KCl$ : 35,8; celle de $KCl + Cr^2O^7K$ : + 39,8. C'est donc cette dernière qui répond au maximum thermique. En fait, elle détermine l'action fondamentale [1].

» L'acide azotique se comporte comme l'acide chlorhydrique.

» 2° *Acide sulfurique*. — Un demi-équivalent forme d'abord du bichromate. En présence d'un grand excès d'acide

$$CrO^4K\,(1^{éq}=2^{lit})+6\,SO^4H\,(1^{éq}=2^{lit}),\ \text{à}\ 11^{\circ}\ldots\ldots\ldots\quad +0,38$$

» Ce chiffre répond à un déplacement très avancé, sinon total, avec formation de bisulfate, lequel exigerait + 14,0 — 13,4 = + 0,6.

» 3° *Acide acétique*.

$$2\,CrO^4K\,(1^{éq}=2^{lit})+C^4H^4O^4\,(1^{éq}=2^{lit}),\ \text{à}\ 11^{\circ}\ldots\ldots\quad +1,5$$

» Ainsi un équivalent d'acide acétique transforme deux équivalents de chromate neutre en bichromate (+ 26,8 — 25,2 = 1,6 calculé); ce dernier demeura à peu près inattaqué par un excès d'acide [2]. En effet,

$$Cr^2O^7K\ \text{dissous} + C^4H^4O^4\,(1^{éq}=2^{lit}),\ \text{à}\ 11^{\circ}\ldots\ldots\ldots\ldots\quad -0,02$$

» Ce fait montre que l'acide chromique est bien plus faible que l'acide sulfurique, lequel ne partage pas sensiblement les bases alcalines avec l'acide

(1) On néglige ici les phénomènes secondaires, dus à la dissociation du bichromate en sel neutre et acide, ou sel acide (trichromate, etc.) par l'eau : phénomènes qui pourraient être manifestés, si l'on exagérait les proportions relatives de quelques-uns des composants.

(2) L'action du bichromate sur l'acétate de potasse ne donne aucun effet thermique appréciable; mais la chaleur dégagée en cas de déplacement serait négligeable.

acétique. Il répond d'ailleurs aux prévisions thermiques, car

| | |
|---|---|
| $2CrO^4K$ solide dégage, en se formant. . | $+30,4$ |
| $2C^4H^3KO^4$. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $+20,2$ |
| $C^4H^3KO^4 + Cr^2O^7K$ . . . . . . . . . . . . . . . | $+32,0$ |

» La formation du bichromate répond donc encore au maximum thermique.

» 4° *Acide carbonique :*

$$2CrO^4K(1^{éq} = 2^{lit}) + C^2O^4(44^{gr} = 22^{lit}),\ à\ 9^o \ldots\ldots \quad -0,4$$

» Ce chiffre indique un déplacement partiel, avec formation de bichromate et de bicarbonate $(24,4 - 25,2 = -0,8)$; phénomène déjà accusé par le changement de teinte des liqueurs, ainsi qu'on l'a remarqué depuis longtemps. Il se traduit ici par une absorption de chaleur, due à l'inégalité des chaleurs de dissolution des sels solides. Le calcul, rapporté à ceux-ci, indiquerait pour la formation de

| | |
|---|---|
| $2CrO^4K$. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $+30,4$ |
| $2CO^3K$. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $+13,6$ |
| $2C^2O^6KH$. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $+33,0$ |
| $Cr^2O^7K + C^2O^6KH$. . . . . . . . . . . . . . | $+38,4$ |

» C'est toujours le bichromate qui répond au maximum thermique. Cependant la formation du bicarbonate ne saurait devenir totale, comme celle du chlorure ou de l'acétate, à cause de son état de dissociation partielle en présence de l'eau. De là résultent des équilibres et la possibilité d'une réaction inverse, quoique toujours partielle, du bichromate sur le bicarbonate. Les expériences suivantes confirment cette prévision :

$$Cr^2O^7K(147^{gr} = 4^{lit}) + C^2O^6KH(1^{éq} = 4^{lit}),\ à\ 8^o : +0,5,$$

la décomposition totale exigeant $+0,8$ environ; on voit qu'il y a décomposition partielle, avec formation de chromate neutre.

» Avec le carbonate neutre la réaction va plus loin.

$$Cr^2O^7K(147^{gr} = 4^{lit}) + CO^2K(1^{éq} = 2^{lit}),\ à\ 8^o : +1,5.$$

» La décomposition totale exigerait $+1,8$ environ.

» 10. En résumé, sur les deux équivalents de potasse que renferme le chromate neutre, envisagé comme bibasique : $Cr^2O^4$, $2KO$, il en est un qui tend à se séparer sous l'influence des autres acides; complètement, si l'acide antagoniste est puissant; partiellement, si l'acide est faible. Cette

séparation facile ne résulte pas cependant d'une chaleur de formation trop peu considérable et comparable à celle des acides faibles; mais elle est la conséquence de la grande chaleur de formation du bichromate de potasse (rapportée à l'état solide), laquelle en détermine la production prépondérante. Déjà j'avais signalé une tendance analogue qui détermine la formation du bisulfate de potasse, et explique par sa valeur thermique le partage des bases entre l'acide sulfurique et les acides puissants, tels que l'acide azotique et l'acide chlorhydrique ([1]). Avec le bichromate, les phénomènes s'étendent jusqu'aux acides faibles; ils sont même plus nets, et leur explication manifeste plus nettement encore les mêmes relations thermochimiques. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les enchaînements du monde animal dans les temps primaires.* Deuxième Note de M. A. GAUDRY ([2]).

« Il y a quelques semaines, j'ai communiqué à l'Académie un résumé de mes recherches sur la Paléontologie des temps primaires. J'ai l'honneur de lui présenter une deuxième Note sur le même sujet. Je m'étais occupé de la question des enchaînements des êtres; je vais maintenant essayer de dire de quelle manière, à en juger par l'état actuel de nos connaissances, le développement du monde animal semble s'être manifesté dans les temps primaires.

» Nous ignorons ce qui s'est passé avant l'époque cambrienne; mais, depuis cette époque, l'histoire des êtres révèle des progrès.

» Dans les temps siluriens, les animaux sont devenus plus nombreux et plus variés qu'à l'époque cambrienne. Les Cœlentérés, les Échinodermes et les Mollusques ont pris une extension inconnue auparavant. Les Céphalopodes se sont multipliés. A côté des Trilobites ont apparu les Crustacés mérostomes, et même la fin de l'époque silurienne a vu quelques Poissons. Mais, dans toute la première moitié de cette immense époque, il n'y avait encore ni Poissons, ni Mérostomes; les rois des Océans n'étaient que des Trilobites ou des Céphalopodes.

» La plupart des animaux trouvés dans les terrains primaires, et notamment dans les terrains siluriens, semblent avoir été mieux organisés pour

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 586, état anhydre; p. 638 et 642, état dissous.

([2]) Voir la Note insérée dans les *Comptes rendus*, séance du 4 décembre 1882.

se défendre que pour attaquer. Ainsi, certains rugueux avaient des opercules; les Cystidés étaient logés dans des boîtes, et même la plupart des Crinoïdes proprement dits, au lieu d'avoir leurs viscères libres comme les Crinoïdes secondaires, les avaient enveloppés dans une boîte qui rappelait la disposition des Cystidés; les Brachiopodes devaient ouvrir faiblement leurs valves; le *Maclurea* et plusieurs Ptéropodes avaient un couvercle; chez les Céphalopodes, l'ouverture était souvent contractée. Si, au lieu d'êtres chétifs protégés par une coquille ou une carapace, se cachant dans les sédiments primaires, il y eût eu à l'origine des êtres plus puissants pour l'attaque que pour la défense, peut-être la vie ne se serait pas développée sur notre planète, et il y aurait le néant là où elle s'épanouit féconde et diversifiée.

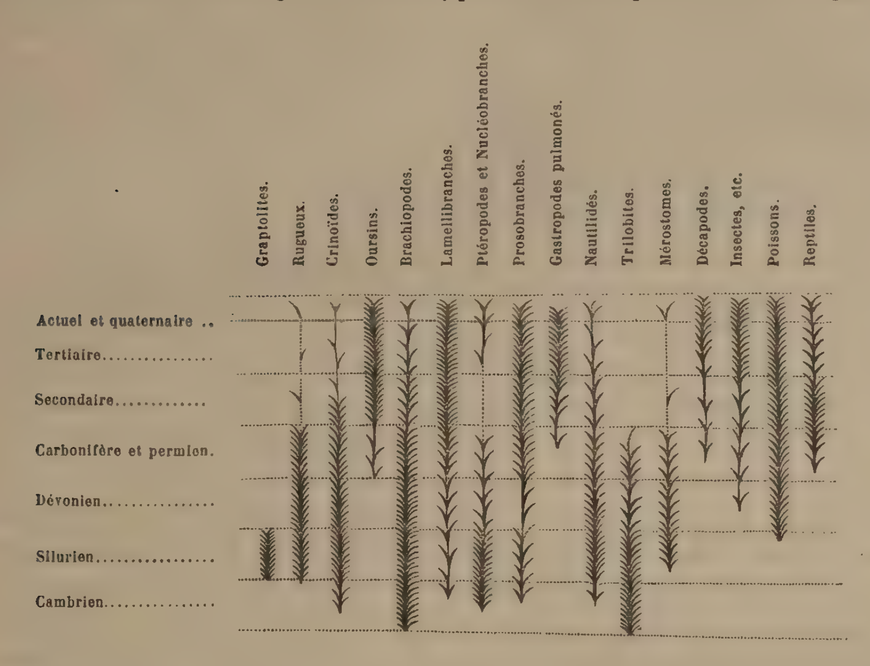
» Les temps dévoniens marquent un grand progrès dans le monde organique, car ils correspondent au développement des Vertébrés; il est vrai que ces Vertébrés ne sont que des Poissons, et encore beaucoup de ces Poissons sont-ils d'étranges créatures, très différentes des Poissons actuels.

» Les temps carbonifères et permiens ont été témoins de nouveaux progrès. A côté des Trilobites et des Mérostomes qui diminuent, les Crustacés supérieurs, tels que les Décapodes, font leur apparition. Les Insectes, les Myriapodes, les Arachnides sont de grande taille et nombreux. Les Vertébrés ne sont plus représentés seulement par les Poissons; en France comme en Allemagne, en Russie, en Angleterre, en Amérique, les Reptiles se multiplient; mais, à part quelques genres de la fin des temps primaires, ils n'avaient pas la diversité et la force que l'on trouve chez ceux des temps secondaires. Jusqu'à présent, on n'a pas découvert des restes d'Oiseaux et de Mammifères dans les terrains primaires; cette absence marque une immense infériorité.

» Lorsqu'on descend le cours de la vie géologique, on voit dans l'époque secondaire le règne des Reptiles, à l'époque tertiaire le règne des Oiseaux et des Mammifères, à l'époque quaternaire le règne de l'Homme. Ainsi, prise dans son ensemble, l'histoire du monde révèle un développement progressif.

» Tout en admettant que, dans son ensemble, l'histoire du monde présente le spectacle d'un progrès, il faut se garder de croire que toutes les classes se sont développées d'une manière continue, pendant la durée des temps géologiques. Un des résultats les plus curieux des études paléontologiques a été de montrer que chacune des époques du monde a eu ses

épanouissements particuliers; elle a eu des êtres qui ont été faits pour elle; avec elle, leur règne a commencé; avec elle, leur règne a fini. On s'en rendra compte en jetant les yeux sur le Tableau ci-dessous, où j'ai indiqué la marche qu'a suivie le développement d'une partie des animaux primaires; j'ai représenté chaque groupe par un rameau que j'ai fait plus ou moins fourni, selon que le développement a été plus ou moins grand.




» On voit dans ce Tableau combien les graptolites ont été éphémères; nés dans le cambrien, ils n'ont pas dépassé le silurien. Les rugueux ont eu leur extension dans les temps primaires; il est vraisemblable que plusieurs ont été la souche des coralliaires de l'époque secondaire, puisqu'ils se lient à eux d'une manière insensible, mais sans doute tous n'ont pas servi de progéniteurs. Si quelques tabulés des terrains anciens, tels que l'*Heliolites*, paraissent être les ancêtres des Alcyonaires actuels, d'autres, comme la *Michelinia*, l'*Halysites* sont restés spéciaux aux formations primaires. L'ouvrage de feu Angelin sur les Crinoïdes a mis admirablement en relief la diversité de ces animaux à l'époque silurienne; assurément tant de richesse de formes n'a pas été nécessaire pour aboutir aux espèces actuelles dont les derniers dragages ont révélé l'existence. Il faut dire la même chose des Brachiopodes primaires; quelques-uns d'entre eux se sont continués jusqu'à nos jours, mais sans doute l'immense majorité des genres si nombreux des

Orthisidés, des Productidés et des Spiriféridés a été sans influence sur les quelques Brachiopodes de nos mers. Les Ptéropodes et les Nucléobranches primaires ont pu être les ancêtres des Mollusques venus après eux; néanmoins ils ont tellement changé qu'on ne risque pas de confondre les genres anciens avec les nouveaux. Sauf le *Nautilus*, aucune forme de la famille nautilidé, qui a eu jadis une merveilleuse fécondité, n'est représentée de nos jours. Les Trilobites, dont les changements ont attesté une si étonnante plasticité pendant les temps cambriens et siluriens, ont diminué dans le carbonifère, et leur dernière espèce a été trouvée dans le permien. Les Mérostomes ne sont plus représentés aujourd'hui que par le genre Limule; ce n'est pas pour produire ce survivant isolé que tant de singulières créatures des groupes xiphosuridé et euryptéridé se sont épanouies dans les temps primaires. Je crois que plusieurs des poissons anciens ont été les prototypes des poissons actuels; mais quelques-uns d'entre eux, tels que le *Pterichthys*, le *Cephalaspis*, le *Coccosteus* forment un monde étrange confiné dans les temps dévoniens. J'ajouterai que les Reptiles à grand entosternum caractérisent la fin du primaire et le commencement du secondaire.

» Ces fossiles, qui ont été spéciaux à certaines périodes de l'histoire de la Terre, rendent de précieux services aux géologues pour la détermination des terrains. Ils méritent bien le nom de *médailles de la création* que Mantell leur a donné, car ils indiquent exactement les époques géologiques.

» Il ressort de ce que nous venons de dire qu'il y a eu de grandes inégalités dans le développement des animaux des temps anciens. Ces inégalités ne confirment pas l'idée d'une lutte pour la vie dans laquelle la victoire serait restée aux plus forts, aux mieux doués. La Paléontologie nous montre que le contraire a pu avoir lieu. Plusieurs êtres ont été comme des rois de passage; ils sont devenus des personnalités saillantes qui ont donné à leur époque une physionomie propre; de même qu'on dit le siècle de Charlemagne, le siècle de Louis XIV, on peut dire l'âge de *Paradoxides*, l'âge de *Slimonia*, l'âge de *Pterichthys* et de *Coccosteus*, l'âge de *Megalichthys*, l'âge d'*Euchirosaurus*. Ce sont quelquefois les êtres les plus spécialisés et les plus parfaits dans leur genre qui se sont éteints le plus vite. *Paradoxides* du cambrien, *Slimonia* du silurien, *Pterichthys* du dévonien ont marqué le summum de divergence auquel leur type devait atteindre. Ils ne pouvaient donc plus produire de formes nouvelles, et, comme le propre de la plupart des créatures est de changer ou de mourir, ils sont morts.

» A côté de ces êtres de passage offrant des formes extrêmes, il y en a eu d'autres dont la personnalité était moins accusée, créatures mixtes, re-

présentant dans le monde animal le juste milieu; parmi ceux-là, on trouve les types qui ont persisté davantage. De même qu'il y a, de nos jours, des formes cosmopolites qu'on rencontre dans tous les pays du monde, il y a des formes qu'on pourrait appeler *panchroniques* ([1]), car elles sont de toutes les époques. Elles constituent comme un réservoir permanent duquel sont sortis, à chaque instant des temps géologiques, des êtres destinés à prendre une place plus ou moins importante.

» Si les diverses créatures avaient changé également vite, celles qui nous ont été transmises par les âges passés seraient toutes aujourd'hui des êtres élevés; il y aurait ainsi plus d'animaux supérieurs que d'animaux inférieurs, plus de mangeurs que de bêtes à manger; l'harmonie du monde organique serait depuis longtemps rompue. Et puis, l'inégalité dans l'évolution est une cause de la variété des spectacles que présente l'histoire du monde; à toutes les époques géologiques, sauf sans doute tout à fait au début, il y a eu des êtres au premier stade de leur évolution, d'autres qui ont atteint au second stade, d'autres au troisième, d'autres à des stades plus élevés; c'est de ces inégalités qu'est résultée en partie la merveilleuse beauté de la nature dans tous les temps géologiques. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les nombres de fractions ordinaires inégales qu'on peut exprimer en se servant de chiffres qui n'excèdent pas un nombre donné;* par M. Sylvester.

« Dans le *Philosophical Magazine*, 1881, p. 175, M. Airy, associé étranger de l'Institut, annonce qu'il a calculé, pour l'usage de l'Institution of civil Engineers, à Londres, les valeurs logarithmiques de toutes les fractions ordinaires $\frac{m}{n}$, dans lesquelles $m$ et $n$ ne contiennent nul facteur commun et n'excèdent pas 100, arrangées dans l'ordre de leurs grandeurs, et que le nombre de ces fractions est 3043.

» Je vais montrer qu'on peut appliquer la méthode dont M. Tchebycheff s'est servi dans sa théorie célèbre sur les nombres premiers, avec l'addition que j'y ai faite ([1]), pour trouver des limites supérieures et inférieures au nombre d'un système pareil de fonctions quand la limite des valeurs de $m$ et de $n$ est un nombre quelconque donné.

([1]) Πᾶν, tout; χρόνος, temps.

([2]) Voir *American Journal of Mathematics*, t. III.

» 1° Je dis que si $Ti$ signifie le nombre de nombres inférieurs et premiers à $i$, nombre entier (ce que nous nommons, à Baltimore, le *totient* de $i$), on aura l'identité

$$\sum_{r=\infty}^{r=0}\left(\mathrm{E}\frac{i}{r}\mathrm{T}r\right)=\frac{i^2+i}{2}.$$

» C'est une conséquence du théorème plus général que « si $a_1, a_2, \ldots, a_i$
» sont des nombres entiers quelconques, et si l'on nomme le nombre des $a$
» qui contiennent $r$ la fréquence de $r$ par rapport au système des $a$, et qu'on
» drenne le produit de la fréquence de $r$ par son totient, la somme de ces
» produits (quand $r$ prend toutes les valeurs de 1 jusqu'à l'infini) sera la
» somme des $a$. »

» 2° Nommons $\mathrm{J}x$ la somme-totient de $x$, c'est-à-dire la somme des totients de tous les nombres qui n'excèdent pas la valeur de $\mathrm{E}x$ (la partie entière de $x$).

» Je me servirai désormais de $\left(\frac{p}{q}\right)$ pour signifier la partie entière de $\left(\frac{p}{q}\right)$.

» Or écrivons les suites successives

$$\begin{array}{l}
x,\quad x-1,\ \ldots,\ x-\left(\frac{x}{2}\right)+1;\ \left(\frac{x}{2}\right),\ \left(\frac{x}{2}\right)-1,\ \ldots,\left(\frac{x}{3}\right)+1;\\
\left(\frac{x}{3}\right),\ \left(\frac{x}{3}-1\right),\ \ldots,\qquad \left(\frac{x}{4}\right)+1;\ \left(\frac{x}{4}\right),\ \left(\frac{x}{4}\right)-1,\ \ldots,\ \left(\frac{x}{5}\right)+1;\\
\ldots,\ \ldots\ldots,\ \ldots,\qquad \ldots\ldots;\ \ldots,\ \ldots\ldots,\ \ldots;\ \ldots\ldots;\\
\left(\frac{x}{2q-1}\right),\ \left(\frac{x}{2q-1}\right)-1,\ \ldots,\frac{x}{(2q)}+1;\ \frac{x}{2q},\ \frac{x}{2q}-1,\ \ldots,\left(\frac{x}{2q+1}\right)+1;\\
\ldots\ldots,\ \ldots\ldots\ \ldots\ldots:\ \ldots,\ \ldots\ldots,\ \ldots,\ \ldots\ldots;
\end{array}$$

$q$ augmentant *ad libitum*.

» Je dis que, « si $r$ est un nombre entier quelconque qui se trouve dans les
» suites d'ordre impair, c'est-à-dire commençant avec $x$, $\left(\frac{x}{3}\right)$; $\left(\frac{x}{5}\right)$, ..., et si
» $j=2i$ ou $2i+1$, on aura

$$\mathrm{E}\left(\frac{j}{r}\right)-2\mathrm{E}\left(\frac{i}{r}\right)=1,$$

» et que, si $r$ appartient à une suite quelconque d'ordre pair, on aura

$$\mathrm{E}\left(\frac{j}{r}\right)-2\mathrm{E}\left(\frac{i}{r}\right)=0. »$$

Conséquemment, en appliquant le théorème précédent, on aura

$$\frac{j(j+1)}{2} - 2\frac{i(i+1)}{2} = S_1 + S_3 + \ldots + S_{2q-1} + \ldots,$$

où $S_{2q-1}$ est la somme des totients des nombres qui sont en même temps égaux ou inférieurs à $\frac{j}{2q-1}$ et plus grands que $E\frac{j}{2q}$, c'est-à-dire

$$S_{2q-1} = J\left(\frac{j}{2q-1}\right) - J\left(\frac{j}{2q}\right).$$

» Si donc on écrit

$$\theta x = Jx - J\frac{x}{2} + J\frac{x}{3} - J\frac{x}{4} + J\frac{x}{5} - J\frac{x}{6} + \cdots,$$

on aura, quand $x =$ un nombre entier pair (soit $2i$),

$$\theta x = (2i^2 + i) - (i^2 + i) = i^2 = \frac{x^2}{4},$$

et, quand $x =$ un nombre entier impair (soit $2i+1$),

$$\theta x = (i+1)(2i+1) - (i^2+i) = \frac{(x+1)^2}{4}.$$

» Avec l'aide de ces égalités, si $x$ est un nombre positif quelconque entier ou fractionnel, on obtient facilement les inégalités

$$\theta x = \text{ou} > \frac{x^2 - 2x}{4}$$

$$\theta x = \text{ou} < \frac{x^2 + 2x + 1}{4}.$$

» En appliquant à ces deux inégalités la méthode d'approximation successive que j'ai appliquée, dans le Mémoire cité, aux inégalités auxquelles est assujettie la fonction $\psi(x)$ (*voir* Serret, *Algèbre supérieure*, édition de 1879, t. II, p. 233), je parviens facilement et rigoureusement à démontrer que, étant donnée une quantité $\varepsilon$ aussi petite qu'on veut, on peut trouver une limite supérieure L et une limite inférieure Λ à $Jx$, où

$$L = \left(\frac{3}{\pi^2} + \eta\right)x^2 - Ax + R(\log x)$$

$$\Lambda = \left(\frac{3}{\pi^2} - \eta'\right)x^2 - A'x + R'(\log x),$$

où $R(\log x)$, $R'(\log x)$ sont tous les deux fonctions rationnelles et en-

tières de $\log x$ d'un degré fini, dont les coefficients aussi bien que A et A restent toujours finis et où $\eta$, $\eta'$ sont tous les deux plus petits que $\varepsilon$.

» Il s'ensuit que la fraction $\frac{J(x)}{x^2}$ possède une valeur asymptotique $\frac{3}{\pi^2}$ (ce qui n'est pas démontré pour la fraction analogue $\frac{\psi x}{x}$, dans la théorie parallèle de M. Tchebycheff) et que la valeur de $\frac{Jx}{x^2}$ approche indéfiniment près quand $x$ est pris suffisamment grand de $\frac{3}{\pi^2}$, c'est-à-dire de 3o396....

» Il est facile de voir que la quantité $Jx$ diminuée de l'unité n'est autre chose que le nombre des fractions dans des Tables pareilles à celles de M. Airy. Ainsi, pour le cas de $x = 100$ selon M. Airy, $Jx = 3044$. Pour ce cas $\frac{3}{\pi^2}x^2 = 3039\frac{6}{10}$.

» Avec l'aide de ces limites on peut calculer la probabilité que deux nombres dont la limite supérieure est très grande soient premiers entre eux. Car si cette limite est $x$, le nombre total des cas qui peuvent arriver est $x^2$, et le nombre des cas pour lesquels les nombres choisis sont premiers entre eux sera $2Jx - 1$. Conséquemment, la probabilité en question sera $\frac{6}{\pi^2}$.

» M. Franklin, l'auteur de la belle démonstration, insérée dans les *Comptes rendus*, du théorème d'Euler sur le produit $(1-x)(1-x^2)(1-x^3)\ldots$, a bien voulu m'adresser la remarque que cette conclusion peut être au moins confirmée, peut-être même absolument démontrée, de la manière suivante :

» $x$ étant pris très grand, la probabilité que deux nombres inférieurs à $x$, pris au hasard, ne contiennent pas tous les deux le nombre premier $p$, sera $1 + \frac{1}{p^2}$. Donc, la probabilité cherchée sera

$$\left(1-\frac{1}{2^2}\right)\left(1-\frac{1}{3^2}\right)\left(1-\frac{1}{5^7}\right)\left(1-\frac{1}{7^2}\right)\cdots,$$

qui est la réciproque de

$$1+\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}+\frac{1}{4^2}+\frac{1}{5^2}+\frac{1}{6^2}+\frac{1}{7^2}+\cdots,$$

c'est-à-dire est égal à $\frac{6}{\pi^2}$.

» Il y a une suite doublement infinie d'équations fonctionnelles exactes

qu'on peut former avec les $J(x)$. En particulier, il y a une série simplement infinie de telles fonctions où les signes sont alternativement positifs et négatifs, et conséquemment peuvent servir chacun à donner une suite infinie de limites à $Jx$.

» Ainsi, si l'on écrit

$$\begin{array}{lll}
\theta x = Jx - J\frac{x}{2} & \theta_2 x = 2J\frac{x}{2} - 3J\frac{x}{3} + 2J\frac{x}{4} - J\frac{x}{6} & \theta_3 x = J\frac{x}{3} - 4J\frac{x}{4} + 3J\frac{x}{6} - 4J\frac{x}{8} + 3J\frac{x}{9} + J\frac{x}{12} \\
\quad + J\frac{x}{3} - J\frac{x}{4} & \quad + 2J\frac{x}{8} - 3J\frac{x}{9} + 2J\frac{x}{10} - J\frac{x}{12} & \quad + 3J\frac{x}{15} - 4J\frac{x}{16} + 3J\frac{x}{18} - 4J\frac{x}{20} + 3J\frac{x}{21} - J\frac{x}{24} \\
\quad + J\frac{x}{5} - J\frac{x}{6} & \quad + 2J\frac{x}{14} - 3J\frac{x}{15} + 2J\frac{x}{16} - J\frac{x}{18} & \quad + 3J\frac{x}{27} - 4J\frac{x}{28} + 3J\frac{x}{30} - 4J\frac{x}{32} + 3J\frac{x}{33} - J\frac{x}{34} \\
\quad + \ldots\ldots & \quad + \ldots\ldots & \quad + \ldots\ldots \\
\quad + \ldots\ldots & \quad + \ldots\ldots & \quad \ldots\ldots
\end{array}$$

on aura toujours, quand $x = (k^2 + k)i$, $\theta_k x = \frac{x^2}{2(k^2+k)}$, et quand $x = (k^2+k)i - 1$, $\theta_k x = \frac{(x+1)^2}{2(k^2+k)}$, et, quel que soit le résidu de $x$ par rapport au module $k^2 + k$, on peut calculer la valeur de $\theta_k x$. Enfin, si $x$ est une quantité positive quelconque, on trouvera

$$\theta_k x = \text{ou} > \frac{x^2 - x}{2(k^2+k)}; \quad \theta_k x = \text{ou} < \frac{x^2 + 2x + 1}{2(k^2+k)}. \text{ »}$$

THERMODYNAMIQUE. — *Réfutation d'une seconde critique de M.* G. Zeuner, *concernant les travaux des ingénieurs alsaciens sur la machine à vapeur* (suite); par M. **G.-A. Hirn** [1].

« II. Quel est le vrai caractère nouveau des quatre équations de M. Zeuner?

» Cette question reçoit deux réponses tout à fait opposées, selon le point de vue où l'on se place.

» 1° Considérées comme l'énoncé algébrique *simultané* des différents phénomènes que les recherches des Ingénieurs alsaciens ont mis en relief dans les fonctions de la machine à vapeur, considérées surtout comme pouvant, dans un cours, servir à l'enseignement de la théorie expérimentale et des méthodes d'observation inaugurées en Alsace, et aujourd'hui en usage partout où l'on veut étudier un moteur à vapeur, ces équations sont

(1) Voir *Comptes rendus* de la séance précédente, p. 361.

certainement neuves dans les détails de leur forme : à une exception près, la seconde (voyez t. II, p. 28 de ma dernière édition de *Thermodynamique*). Je me permets d'ajouter qu'elles sont même de date très récente. — Pour expliquer les divergences profondes qui ont été signalées par l'expérience et qui existent entre les résultats donnés par la théorie générique et ceux que donne l'observation directe, M. Zeuner avait d'abord cherché à montrer que l'élément perturbateur est exclusivement une provision d'eau $G_0$ qui se trouverait en permanence dans les espaces perdus des cylindres, des tiroirs, etc., et que ce n'est point, comme le soutiennent les Ingénieurs alsaciens, à l'action des parois des cylindres qu'il faut attribuer l'altération des résultats annoncés par la théorie générique. Ce n'est que dans sa première critique (1881) des travaux alsaciens que M. Zeuner a enfin introduit dans ses équations le terme $Q_{(a,b,c,d)}$ représentant l'effet des parois, ajoutant toutefois avec insistance que ce terme sera toujours trouvé très petit, et même parfois négligeable, par rapport au produit $G_0(a', b', c', d')$ répondant à l'action de la provision d'eau.

» J'ai dit plus haut : dans les détails de leur forme. Il est de toute équité d'ajouter que, même au point de vue purement algébrique où nous nous plaçons, et quant au fond, M. Zeuner a été devancé par M. Dwelshauvers-Dery, le savant professeur de l'Université de Liège. Celui-ci, en effet, (*Revue universelle des Mines*, 1880) a donné, en pleine connaissance de cause, un exposé des plus élégants, où il traduit complètement en formules algébriques *simultanées* ce qu'il appelle avec insistance et avec la plus grande loyauté la théorie pratique ou expérimentale des Alsaciens. Et pour rester complétement juste, il convient aussi de dire que les équations dont nous parlons ont été données, sous des formes peu différentes, il y a quelques années déjà, par M. G. Schmidt, le laborieux savant et professeur de l'École Polytechnique de Prague, qui vient de mourir si prématurément.

» 2° Considérées, dans chacun de leurs termes pris à part, comme l'application de l'Analyse mathématique à l'élucidation d'un vaste et beau problème de Physique et de Mécanique, ces équations ne sont, au contraire, aucunement neuves (si ce n'est par le terme hypothétique $G_0$), et elles ne reposent, en définitive, que sur la substitution de lettres à des nombres parfaitement déterminés dans leur nature et calculés méthodiquement, mais successivement, par les Alsaciens, dès l'origine de leurs travaux.

» La différence des points de vue que je signale implique la différence des buts que l'on s'est proposés, celle des méthodes suivies, et elle relève de fait de la différence profonde qui existe entre l'emploi des Mathéma-

tiques pures et celui des Mathématiques considérées comme instrument d'investigation des phénomènes. Tandis que M. Zeuner s'est servi des résultats expérimentaux déjà disponibles pour faire de l'Algèbre, pour édifier des équations très élégantes, exprimant à la fois l'ensemble des phénomènes observés jusqu'ici dans les moteurs à vapeur, les Ingénieurs alsaciens, au contraire, se sont servis de l'Analyse mathématique au fur et à mesure des besoins pour étudier de près ces moteurs, pour voir de combien les actions perturbatrices découvertes et déterminées dans leur espèce troublent les résultats de la théorie générique. Ces deux manières de faire ont leur utilité spéciale; elles sont nécessaires l'une comme l'autre, et l'on ne peut qu'applaudir à l'œuvre de M. Zeuner, pourvu qu'il reste convenu que les équations algébriques indiquées ne constituent pas autant de découvertes récentes faites par leur aide quant aux fonctions des machines, et qu'elles ne sont que la traduction, la représentation simultanée de phénomènes déjà étudiés expérimentalement et analytiquement dans leur nature et dans leur valeur numérique (1).

---

(1) Il s'agit ici d'une question qui a donné lieu plus souvent qu'on ne pense à des conflits entre les savants; je tiens à ce qu'il ne puisse y avoir aucun malentendu sur le sens de ma pensée. Lorsque, pour évaluer, par exemple, le travail de la détente dans une machine à un cylindre, je dis : « Ce travail est égal au travail interne initial de la vapeur, diminué du travail interne final, augmenté ou diminué de ce qu'ont cédé ou pris les parois, diminué de ce qu'ont perdu extérieurement les parois par rayonnement », j'analyse ainsi de fait, et comme physicien, les fonctions de la vapeur après sa séparation d'avec la chaudière; l'énoncé précédent est une équation en langue ordinaire, et c'est la vraie équation, aussi nécessaire à l'algébriste qu'au physicien. Je puis ensuite me servir de cet énoncé de deux façons. Je puis décomposer les divers facteurs en leurs éléments et y substituer des lettres, pour en faire une équation algébrique : c'est, en réalité, ce qu'a fait M. Zeuner, depuis 1881, sous la forme particulière indiquée dans le texte, et en ajoutant de plus l'action de la provision hypothétique d'eau des espaces perdus. Je puis, au contraire, calculer immédiatement dans chaque cas particulier la valeur de chacun des facteurs en jeu et en faire l'addition positive et négative. J'arrive ainsi à un nombre final qui me permet de reconnaître si l'expérience d'où je pars a été faite exactement, et surtout si les raisonnements premiers que j'ai faits sur les fonctions de la vapeur pendant la détente sont corrects. C'est là la voie suivie par les Alsaciens depuis l'origine de leurs travaux; c'est, pour ce qui me concerne, ce que j'ai fait nettement déjà dès ma première édition de *Thermodynamique*, et, je le pense du moins, avec la clarté désirable, dans la dernière édition.

Cette manière de faire, de beaucoup la plus ancienne en date, constitue tout aussi bien la théorie pratique de la machine que la première. L'une appartient à l'Algèbre, l'autre à la

» Sans les expériences multiples des Alsaciens, sans les considérations de Physique et sans les raisonnements analytiques sur lesquels repose la détermination des éléments perturbateurs qu'ils ont mis en lumière, toute Algèbre eût échoué.

» Je citerai, à l'appui de ce qui est dit ici, deux faits frappants : 1° En partant de la théorie générique en contestant, comme cela a eu lieu pendant tant d'années, l'action thermique des parois dans les fonctions des machines à vapeur, on en était venu à nier l'utilité de la chemise à vapeur ; de grandes maisons de construction avaient commencé à abolir, de par la théorie même, l'emploi de ce perfectionnement, si longtemps inexpliqué, que nous devons au génie de Watt. L'abolition peut-être même eût été générale si, dans la plupart des grands ateliers, il n'avait existé des modèles, fort dispendieux, de cylindres à enveloppe, que l'on ne se souciait pas de détruire, et, avouons-le même, si la routine, d'habitude si contraire au progrès, n'avait cette fois protégé de toute sa puissance d'inertie un progrès réel, contesté à faux. Aucune Algèbre évidemment ne pouvait prévoir l'étendue de l'influence des parois par l'adjonction de l'enveloppe ; l'expérience seule, appuyée du secours de l'Analyse mathématique, a pu atteindre le but. Aujourd'hui, non seulement l'enveloppe à vapeur est partout restituée aux cylindres mêmes, mais on en est venu à remplir de vapeur les fonds et les couvercles de ceux-ci, que dis-je ! les pistons eux-mêmes. 2° En partant de la théorie générique, en ne tenant aucun compte de l'action possible des parois, beaucoup de très bons auteurs se sont entièrement mépris sur l'influence qu'exerce la surchauffe de la vapeur dans le rendement de la machine et l'ont réduite à une valeur en quelque sorte négligeable dans la pratique. Et ici la routine, reprenant son rôle pernicieux, a empêché, de par la théorie, l'extension d'un moyen puissant d'accroissement d'effet utile des moteurs. L'expérience, secondée par une analyse des plus délicates : 1° montre, d'une part, comme fait, qu'avec une machine à un cylindre, sans enveloppe à vapeur, marchant alternativement avec vapeur saturée et avec vapeur surchauffée, la dépense de vapeur pour

---

Physique ; mais ce qui demeure bien évident, c'est que l'une eût été impossible sans l'autre.

Je viens de donner aux deux manières de procéder leurs caractères les plus extrêmes. J'ajoute maintenant que quiconque voudra rester juste trouvera qu'il y a suffisamment d'Algèbre, passablement correcte, dans les travaux des Alsaciens.

un même travail rendu tombe de 35 à 40 pour 100 du premier cas au second, 2° et montre d'autre part, comme interprétation, que, contrairement à tout ce qu'on pouvait attendre, la vapeur se *désurchauffe* en général pendant l'admission et tombe à l'état saturé, par suite de l'action puissante des parois, et que l'accroissement considérable d'effet utile du moteur, résultant de la surchauffe, dérive uniquement de ce que celle-ci empêche, pendant l'admission, l'énorme condensation de vapeur qui a lieu dans les machines sans enveloppe. Il est évident encore une fois qu'aucune Algèbre n'eût pu *a priori* prévoir et débrouiller un ensemble de phénomènes aussi complexes et aussi paradoxaux en apparence. L'Analyse mathématique a résolu le problème *a posteriori* et à l'aide de l'expérience. L'équation la plus élégante par laquelle on parviendra maintenant à représenter *simultanément* tout l'ensemble des phénomènes dérivant de la surchauffe ne pourra assurément prétendre à la nouveauté qu'à titre d'*énoncé purement algébrique*, et nullement comme un pas fait dans l'étude même des fonctions de la vapeur surchauffée. »

## MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur le rôle de l'inhibition dans une espèce particulière de mort subite et à l'égard de la perte de connaissance dans l'épilepsie.* Note de M. **Brown-Séquard.**

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Je me propose de faire à l'Académie une série de Communications ayant pour objet de montrer que l'inhibition (1) joue le plus grand rôle dans la production des pertes de fonction dans les affections des centres nerveux. Si j'ai raison, ce qu'enseigne l'inhibition conduira à des chan-

(1) Il est peut-être utile de répéter ici ce que j'entends par *inhibition :* c'est l'arrêt, la cessation, la suspension ou, si on le préfère, la disparition momentanée ou pour toujours d'une action, d'une fonction ou d'une activité dans un centre nerveux, dans un nerf ou dans un muscle, arrêt ayant lieu sans altération organique visible (au moins dans l'état des vaisseaux sanguins), survenant immédiatement ou à bien peu près après la production d'une irritation d'un point du système nerveux plus ou moins éloigné de l'endroit où l'effet s'observe. *L'inhibition est donc un acte qui suspend temporairement ou anéantit définitivement une fonction, une activité, etc.* (Voyez mon premier travail à ce sujet dans les *Comptes rendus*, vol. LXXXIX, octobre 1879, p. 647.)

gements radicaux dans les principales doctrines relatives à la Physiologie pure et à la Physiologie pathologique de ces centres. Je laisse ces conséquences de côté pour aujourd'hui, voulant me borner à montrer qu'il faut attribuer à l'inhibition la production des pertes de fonction et d'activité qui a lieu dans un type spécial de mort subite et à l'égard de la cessation soudaine de l'activité intellectuelle dans l'attaque d'épilepsie.

» L'exemple le plus remarquable du rôle que peut jouer l'inhibition dans les cas de lésion des centres nerveux se trouve dans un mode de mort subite que j'ai décrit dans plusieurs publications (*Journal de Physiologie*, 1858, p. 223; 1860, p. 151, et *Archives de Physiologie*, 1869, p. 767), et qui s'observe dans certains cas de lésion du bulbe rachidien ou des parties voisines dans l'encéphale et la moelle épinière. Il est très probable que c'est cette espèce de mort que M. Paul Bert a produite lorsqu'il a tué subitement divers animaux, et surtout des oiseaux, par la faradisation des nerfs vagues (*Comptes rendus* du 23 août 1869).

» Après une simple piqûre ou la section d'une petite partie du bulbe rachidien, si l'expérience réussit complètement (ce qui est très rare), on constate la *perte immédiate de toutes les fonctions et de toutes les activités de l'encéphale*. En même temps que cesse la respiration, ainsi que toute volition ou perception, les échanges entre les tissus et le sang dans tout l'organisme s'arrêtent aussi et le sang devient rougeâtre ou rouge dans les veines. La température s'abaisse avec une rapidité si grande, qu'il est difficile de s'expliquer cet abaissement uniquement par une absence, même complète, de production de chaleur. Le cœur n'est inhibé complètement ou extrêmement affaibli que dans un très petit nombre de cas. Il est néanmoins presque toujours un peu affaibli, bien que, dans certains cas, ces mouvements persistent plus longtemps que dans la mort ordinaire. Je laisse de côté des effets très remarquables que l'on peut observer à la moelle épinière, aux nerfs et aux muscles, effets tout à fait inverses de ceux que montre l'encéphale. Tous ces organes gagnent en puissance quant à leurs propriétés, et les muscles surtout sont tellement modifiés que la rigidité cadavérique, chez un chien, n'a fait place à la putréfaction qu'après 47 jours.

» Il serait tout naturel de supposer que c'est par suite d'une anémie causée par une contracture vasculaire dans l'encéphale que ce grand centre nerveux perd ses fonctions et ses activités, lorsque le bulbe a été irrité. Il n'en est pourtant pas ainsi. En premier lieu, la section des deux nerfs grands sympathiques cervicaux, qui ne permet plus aux vaisseaux du cer-

veau de se contracter par action réflexe, n'empêche pas la lésion bulbaire de produire les effets que j'ai décrits. En second lieu, dans des expériences variées et nombreuses où j'ai arrêté aussi complètement que possible la circulation dans les lobes cérébraux, sans avoir lésé le bulbe, je n'ai jamais produit la perte ou même une diminution notable et immédiate des fonctions et des activités de ces centres nerveux. En troisième lieu, la cessation complète de circulation, non plus dans les lobes cérébraux seuls, mais dans l'encéphale entier, comme l'ont déjà vu Kussmaul et Tenner, produit un état radicalement opposé à celui de l'espèce de mort dont je m'occupe. Une véritable lutte a lieu dans l'organisme entier sous l'influence de la suspension soudaine de circulation dans les centres intra-crâniens. Au lieu de la cessation absolue de tout mouvement (excepté dans le cœur et à un faible degré dans l'intestin), au lieu de cet état passif de presque tout l'organisme se montrant quelquefois après une lésion bulbaire, il y a, dans ce cas, une suractivité du cœur et des muscles respirateurs, en même temps que des convulsions violentes éclatent dans toutes les parties du corps, y compris les muscles de la vie organique. Il faut donc rejeter complètement la supposition que c'est à une cessation de circulation qu'est due la perte des fonctions et des activités de l'encéphale dans le cas d'une lésion du bulbe.

» La définition que j'ai donnée de l'inhibition montre que c'est à un acte inhibitoire, provenant de la transmission à tout l'encéphale de l'irritation bulbaire, que nous devons attribuer la perte des activités et des fonctions du grand organe intra-crânien. Dans ce cas, conséquemment, nous voyons la perte de connaissance, l'anesthésie, la paralysie, l'amaurose, survenir par inhibition. En est-il ainsi dans d'autres cas? C'est ce que je vais essayer d'établir pour l'une de ces manifestations morbides, la perte de connaissance, dans l'attaque d'épilepsie, laissant de côté pour aujourd'hui la production de ce phénomène dans l'apoplexie, dans le sommeil et d'autres circonstances encore. On sait que j'ai trouvé que cette affection peut presque toujours être produite chez certains animaux, par certaines lésions des nerfs spinaux ou de la moelle épinière. On sait aussi que je puis à volonté, chez ces animaux devenus épileptiques, donner lieu à l'attaque. J'ai ainsi pu, chez eux, faire les recherches suivantes à l'égard de la perte de connaissance. Choisissant des individus chez lesquels la maladie avait acquis une intensité exceptionnelle, j'ai mis à nu le cerveau et j'ai pu voir quelquefois que les vaisseaux de la pie-mère se contractaient au début de l'attaque en même temps que la con-

naissance se perdait. J'ai cru longtemps que la perte de connaissance, dans ces cas, comme chez l'homme atteint de petit-mal ou d'épilepsie totale, dépendait entièrement de la contracture vasculaire dont j'avais constaté l'existence. Mais j'ai trouvé depuis que ce symptôme est essentiellement et primitivement dû à une cause bien plus efficace. C'est celle qui produit aussi la perte de l'activité intellectuelle dans l'espèce de mort dont j'ai parlé. En effet, j'ai pu produire l'attaque convulsive avec perte complète de connaissance chez des animaux ayant eu les deux nerfs grands sympathiques coupés au cou et chez lesquels conséquemment la circulation n'a pu être arrêtée. En outre, la connaissance se perd quelquefois trop rapidement après l'irritation de la zone cutanée épileptogène pour que l'on puisse voir là l'effet d'une cessation de circulation cérébrale, quelque complète qu'on la suppose. Dans de telles circonstances, la définition que j'ai donnée de l'inhibition montre ici encore que c'est à cette puissance qu'il faut attribuer la perte d'activité qui a lieu.

» *Conclusion.* — Les pertes de fonction et d'activité de l'encéphale, dans certaines circonstances, sont de purs effets d'inhibition, provenant d'une irritation plus ou moins lointaine. »

VITICULTURE. — *Influence de l'humidité souterraine et de la capillarité du sol sur la végétation des vignes.* Note de M. J.-A. Barral. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Boussingault.)

« L'immunité des vignes contre les atteintes du Phylloxera dans les sables d'Aigues-Mortes est un fait bien constaté. On l'explique par cette considération que l'insecte dévastateur ne peut pas se mouvoir facilement dans les sables très fins et qu'il s'y déplaît. Mais l'analyse du sable ne permet pas de se rendre compte de la fécondité qu'y trouve la vigne. On y récolte très souvent entre 150 et 200$^{\text{hlit}}$ de vin par hectare; les vendanges s'y élèvent même parfois au delà de 300$^{\text{hlit}}$ de vin avec le cépage aramon. Or la matière organique du sol desséché à 100° ne s'élève pas à plus de 2 pour 100, tandis que la matière minérale est formée d'un sable calcaire dosant 75 pour 100 de silice, 20 à 22 pour 100 de carbonate de chaux, moins de 1 pour 100 de silicate d'alumine et de potasse, 0,25 de sesquioxyde de fer, 0,03 d'acide phosphorique. Les matières azotées s'élèvent, dans les parties les plus fertiles, à 0,82 pour 100 (0,13 d'azote); c'est que là on emploie jusqu'à 100$^{\text{mc}}$ de fumier, que l'on va chercher à Cette par bateau

et que l'on amène à Aigues-Mortes par le Grau-du-Roi et par le canal de Beaucaire à la mer. Ce fumier est, il est vrai, très riche; j'y ai trouvé 11 pour 100 de matières azotées après l'avoir desséché, ou 6,16 à l'état normal, de telle sorte que, peu après avoir donné la fumure, on trouve des quantités d'ammoniaque considérables dans le sable fécondé; mais le fumier y est vite dévoré sous l'ardeur du soleil. Les pluies sont rares : dans la plupart des années, il ne tombe presque pas d'eau entre avril et septembre, ce qui n'empêche pas d'avoir de magnifiques vendanges. Pour expliquer à la fois la résistance et la fécondité du vignoble d'Aigues-Mortes, je résolus de le parcourir, la sonde à la main, pour en étudier par comparaison le sol et le sous-sol.

» Je fus accompagné dans mon expédition, entre autres personnes, par M. Bayle, agriculteur à Aigues-Mortes, à qui l'on doit d'avoir révélé la résistance des vignes plantées dans les sables au milieu d'une région où toutes les autres vignes avaient succombé sous l'invasion phylloxérique. Avec le concours de M. Bayle, j'ai pu tout d'abord circonscrire la région présentant la précieuse immunité; elle s'étend des environs de Saintes-Maries jusqu'à Palavas : Aigues-Mortes en est à peu près le centre; elle embrasse environ 6000 hectares. On peut voir qu'elle n'est pas continue, mais qu'elle est entrecoupée par des étangs et par des terres dites *des salants* qui sont improductives ou ne portent que des plantes salicornes. Les sondages ont révélé cette circonstance caractéristique qu'alors qu'il n'était pas tombé de pluie depuis plus de trois mois (nous étions à la fin de juin), on ne trouvait que moins de 1 pour 100 d'eau dans les premiers 20 centimètres de profondeur, de 6 à 12 selon les lieux, à $1^m$ de profondeur, de 18 à 21 pour 100 entre $2^m$ et $2^m,25$. Dans tous les sables fertiles de la région d'Aignes-Mortes, ce fait est constant; l'eau douce qui les mouille au point de les rendre parfois fluides dès la profondeur de $1^m$ me paraît être la cause de la vigueur de la végétation du vignoble d'Aigues-Mortes [1]; la capillarité de toute la couche sableuse fournit aux racines de la vigne l'humidité nécessaire à la plante et à son beau feuillage, à ses abondants et nombreux raisins, malgré l'absence de la pluie.

» J'ai d'ailleurs voulu vérifier le fait dans le laboratoire, en comparant, sous le point de vue de la capillarité, le sable d'Aigues-Mortes à un autre

---

(1) Dans son Livre la *Région du Bas-Rhône*, M. Charles Lenthéric, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a déjà signalé le rôle de la couche inférieure d'eau douce, mais sans soupçonner son importance pour la végétation de la vigne.

sable pris dans les Landes de Gascogne par M. de Dampierre, sur la propriété de Laon, commune de Messanges, arrondissement de Dax; ce sable est de même finesse, mais nullement calcaire et entièrement siliceux (98 pour 100 de silice, 0,5 d'argile). Il se distingue d'ailleurs par ce fait qu'il est à réaction acide, tandis que le sable d'Aigues-Mortes est à réaction alcaline. J'ai pris trois tubes de verre de $0^m,020$ de diamètre intérieur, $0^m,024$ de diamètre extérieur et de $1^m$ de hauteur, plus un quatrième tube capillaire (0,006 de diamètre extérieur et $0^m,004$ de diamètre intérieur); j'ai rempli les tubes $n^{os}$ 1 et 2 avec du sable d'Aigues-Mortes pris en deux places différentes, le tube n° 3 avec du sable des Landes, le n° 4 (capillaire) avec le même sable d'Aigues-Mortes que le n° 1. Ces tubes sont fermés à la base par un morceau de toile fine; ils plongent de $0^m,05$ dans un vase rempli d'eau que l'on entretient continuellement au même niveau; à côté se trouve un tube capillaire de même diamètre que le n° 4 et dans lequel on constate que le niveau de l'eau reste à une hauteur constante de $5^{mm},5$.

» L'expérience démontre qu'il a fallu à l'eau : dans le tube n° 1, dix jours pour s'élever à $0^m,474$; dans le tube n° 2, onze jours pour s'élever à $0^m,479$; dans le tube n° 3, cent quarante-neuf jours pour s'élever à $0^m,478$; dans le tube n° 4, sept jours pour s'élever à $0^m,486$. L'expérience démontre aussi que du 10 août au 10 novembre 1882 (quatre-vingt-dix-sept jours), l'eau s'est élevée à $0^m,781$ dans le tube n° 1, à $0^m,758$ dans le tube n° 2, à $0^m,392$ seulement dans le tube n° 3, à $1^m,06$ dans le tube n° 4. Enfin, le 8 janvier, l'eau avait atteint $0^m,853$ dans le n° 1, $0^m,837$ dans le n° 2, $0^m,478$ dans le n° 3. La hauteur du tube était atteinte dans le n° 4. J'ai installé, pour continuer les expériences, des tubes de $2^m,25$ de hauteur et $0^m,081$ de diamètre intérieur, afin d'écarter toute influence provenant de l'action attractive du verre, et afin de chercher à quelle hauteur plus grande l'eau peut s'élever capillairement dans le sable, pour pouvoir comparer le sable calcaire d'Aigues-Mortes avec le même sable dépouillé de son calcaire par le lavage avec une eau acide; afin d'essayer de mesurer en outre l'ascension capillaire dans un sable portant supérieurement une culture. En attendant, il demeure acquis que l'eau monte très rapidement par capillarité dans le sable d'Aigues-Mortes, très lentement dans le sable des Landes.

» La capillarité qui amène du fond dans les vignes l'eau souterraine est-elle réellement cause de la végétation des corps? L'expérience suivante le prouve.

» Un wagon plein de sable d'Aigues-Mortes a été expédié, sur l'ordre de M. Talabot, par la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, au cap Pinède,

à Marseille, où le sable a été placé dans une fosse de $2^m$ de largeur sur $6^m$ de longueur, à sol argileux, au milieu de vignes phylloxérées traitées par le sulfure de carbone. Les pieds de vignes plantés dans la couche de sable n'ont pas eu le Phylloxera, quoique non traités, mais ils ont végété sans prendre l'aspect luxuriant des vignes d'Aigues-Mortes ; ils souffraient de l'absence d'eau que le sable ne pouvait emprunter au sous-sol resté presque sec.

» Mes études sont d'ailleurs une confirmation des doctrines que M. Chevreul professe depuis longtemps relativement à l'influence des eaux souterraines en Agriculture.

» En 1873, lorsque M. Bayle signala les caractères des sables d'Aigues-Mortes, au point de vue de la résistance des vignes au Phylloxera, les $6000^{ha}$ de terres sablonneuses se répartissaient comme il suit : $500^{ha}$ en vignes, $500^{ha}$ en pins-pignons, $800^{ha}$ en cultures diverses et $4200^{ha}$ en terres fermes couvertes de mauvais pâturages. En 1882, on comptait $4000^{ha}$ plantés en vignes, dont $3000^{ha}$ en production; la valeur des terres, qui était de $500^{fr}$ à $1000^{fr}$ en 1873, est actuellement de $5\,000^{fr}$ à $10\,000^{fr}$. La ville d'Aigues-Mortes, et son port qui étaient ruinés, renaissent à la prospérité.

» En résumé, les abondantes vendanges proviennent du réservoir d'eau existant dans le sous-sol et montant vers les racines des ceps par capillarité. »

M. **Ed. Perrin** donne lecture d'une Note relative aux détails d'installation de la mission qu'il a dirigée pour l'observation du passage de Vénus, à Bragado, mission organisée par la province de Buenos-Ayres.

Les résultats obtenus par cette mission seront publiés ultérieurement, avec les autres documents fournis par les divers observateurs.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur le soufrage de la vigne en Grèce.* Note de M. **Gennadius**, présentée par M. Boussingault.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« Dans le dernier numéro du *Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France*, n° 8, p. 52, M. Bouchardat a fait une Communication *Sur la disparition presque complète, en 1881, de l'oïdium en basse Bourgogne, et sur la cause de sa disparition*, qu'il attribue aux gelées de l'hi-

ver 1879-1880. D'après mes observations, cette opinion n'est pas fondée. L'hiver de 1879-1880 a été, en Grèce aussi, exceptionnellement rigoureux; pendant la campagne viticole de 1880, l'oïdium n'a pas cessé d'attaquer nos vignes, malgré les soufrages répétés. Pendant cette année, j'ai observé moi-même l'oïdium depuis le commencement de la floraison jusqu'à la fin du mois d'août, chose tout à fait exceptionnelle, pour notre pays au moins, d'après le dire des plus vieux vignerons.

» Chez nous, on soufre abondamment deux à quatre fois dans la saison, selon les circonstances atmosphériques, et l'on emploie, à chaque soufrage, $30^{kg}$ à $50^{kg}$ de soufre par hectare. Ces soufrages abondants sont indispensables pour préserver la vigne et son fruit contre les attaques de l'oïdium, qui, presque par toute la Grèce, se développe avec une facilité et une rapidité sans égales.

» A la suite de la précédente Communication de M. Bouchardat et des observations d'autres membres de la Société, M. Dumas a appelé l'attention de la Société sur l'intérêt qu'il y aurait à entreprendre des recherches pour reconnaître la présence et la proportion des vapeurs sulfureuses dans l'air qui entoure les vignes soumises au soufrage, de manière à montrer que c'est cette vapeur qui tue l'oïdium (p. 525).

» Pour moi, cette question est résolue par les considérations suivantes. Dans les régions vinicoles de la Grèce, on regarde le soufrage comme réussi quand il a été fait pendant une journée sans vent, sans pluie, sans nuages et avec un soleil ardent. Il faut que ces conditions durent au moins vingt-quatre heures après le soufrage. Si, avant ce temps, il arrive un changement important dans l'atmosphère, le soufrage doit être répété, autrement la maladie peut réapparaître. Après le soufrage, si le temps est favorable dans la journée, tout le vignoble exhale une forte odeur sulfureuse, qui remplit l'atmosphère et qui dure presque jusqu'au coucher du soleil. Après ces vingt-quatre heures, pendant lesquelles les vignes sont enveloppées par des vapeurs sulfureuses, si la maladie était déjà accentuée dans le vignoble, elle s'arrête; si elle ne s'était pas encore déclarée, elle n'apparaît pas pendant quelque temps, un mois à peu près, intervalle après lequel on doit soufrer de nouveau.

» L'exhalaison de vapeurs sulfureuses après le soufrage ne peut pas avoir lieu si le ciel est nuageux. La pluie et le vent emportent le soufre et l'effet utile ne se produit pas. C'est pourquoi, dans les circonstances signalées plus haut, on doit répéter le soufrage pour arriver à prévenir et à arrêter la maladie.

» Ainsi, ce sont les vapeurs sulfureuses et non pas le soufre en poudre qui tue les spores de l'oïdium se trouvant dans l'atmosphère du vignoble et sur la vigne elle-même. La poudre de soufre peut agir contre cette maladie, seulement d'une manière mécanique, en couvrant les parties tendres de la vigne et en les empêchant ainsi d'être en contact avec les spores du champignon qui sont transportées par l'atmosphère. Mais ce résultat peut être obtenu aussi bien avec toute autre poudre, pourvu qu'elle soit fine. Ainsi, on peut arriver à préserver les vignes de l'oïdium en les saupoudrant avec de la chaux ou même de la terre très fine; on en voit l'efficacité sur les vignes qui bordent les routes assez fréquentées et poudreuses; ces vignes, sans être jamais soufrées, sont rarement attaquées par l'oïdium.

» Ce sont les vapeurs sulfureuses qui préservent de l'oïdium les vignes des environs du Vésuve et de l'île de Théra (Santorin), vignes qui ne sont jamais soufrées. Un seul fait (du moins, c'est le seul que je connaisse) peut mettre en doute mon opinion sur la manière dont le soufre agit contre l'oïdium; mais ce fait peut parfaitement bien s'expliquer. Il arrive parfois, après la réussite d'un soufrage, qu'on rencontre dans le vignoble un ou plusieurs ceps continuant à être attaqués par l'oïdium, malgré la continuité du temps favorable pendant lequel on a exécuté le soufrage. Ceci, sans doute, est dû à l'intensité avec laquelle sévissait la maladie sur les ceps avant le soufrage, dont les effets n'ont pas été suffisants pour la détruire complètement.

» Telle est mon opinion sur le soufrage, opinion basée sur des observations attentives depuis quelques années. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les blés germés.* Mémoire de M. BALLAND. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot, H. Mangon.)

« *Conclusions.* — En comparant entre eux les résultats contenus dans les tableaux numériques insérés dans ce Mémoire, on voit que les blés germés contiennent la même quantité de matières azotées que les blés ordinaires de même provenance; qu'ils sont plus riches en sucre et en ligneux (aux dépens de l'amidon) et plus pauvres en matières grasses. Ces faits sont conformes aux recherches de M. G. Henry, sur la germination des graines oléagineuses, et aux expériences plus récentes de M. Boussingault, sur la végétation dans l'obscurité.

» Les blés germés ne renferment pas plus d'eau que les blés de la même région, récoltés dans de bonnes conditions atmosphériques.

» Le gluten a été modifié profondément : il a perdu toutes les qualités qui le rendent si précieux dans le travail de la panification ; il est devenu mou, noir, visqueux ; il s'est désagrégé et en partie transformé en albumine soluble.

» L'acidité est toujours plus forte. Traduite en acide sulfurique monohydraté, elle peut s'élever à $0^{gr},044$ pour 100, soit $44^{gr}$ par quintal métrique. Elle paraît en rapport avec le degré d'altération du gluten.

» Je reviendrai sur ces deux points dans un prochain travail, sur la conservation des farines destinées à nos approvisionnements de guerre.

M. **Réveillère** adresse, par l'entremise de M. du Moncel, une Note relative au magnétisme terrestre.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Th. du Moncel.)

M. É. **Delaurier** adresse une Note relative à une pile régénérable.

(Renvoi à l'examen de M. Jamin.)

M. **Manerini** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Traité théorique et pratique de l'alimentation. »

(Renvoi à la Section de Médecine.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** informe l'Académie que M. *P. Hariot*, désigné par elle pour être adjoint, comme naturaliste, à la mission du cap Horn, vient de recevoir les instructions qui lui permettront de rejoindre la mission.

### ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les relations qui existent entre les covariants et invariants des formes binaires.* Note de M. **R. Perrin**.

« M. Stephanos a communiqué récemment à l'Académie une méthode par laquelle il a pu calculer un grand nombre de relations ou *syzygies*, entre les invariants et covariants droits (de caractère pair) de la forme

binaire du sixième ordre. Je m'occupe, depuis quelque temps, du problème plus général qui consiste à obtenir les syzygies fondamentales, existant entre tous les invariants et covariants d'une forme binaire ou d'un système de formes binaires d'ordre quelconque, et cela sans avoir recours au calcul symbolique, mais en suivant la voie ouverte par MM. Cayley et Roberts, c'est-à-dire en considérant, au lieu des covariants, les *semi-invariants* ou *péninvariants*. On sait, en effet, que, un péninvariant étant donné, le covariant dont il est la source est entièrement déterminé et calculable, terme par terme, et que toute identité démontrée entre des péninvariants existe aussi entre les covariants correspondants. D'autre part, on sait, par la théorie des covariants associés (et il est facile de vérifier directement) que, si l'on désigne par U la forme binaire $(a, b, c, \ldots \between x, y)^n$, par H, H', H'', ... la série de ses covariants du second degré par rapport aux coefficients et d'ordres successifs $2n-4$, $2n-8$, $2n-12$, ... par rapport aux variables (le premier étant le hessien), enfin par K, K', K'', ... la série des jacobiens de H, H', ... et de U, on a l'identité

$$(1)\quad \begin{cases} U = u\Big[X^n + \frac{n(n-1)}{1.2}hX^{n-2}Y^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}kX^{n-3}Y^3 \\ \qquad + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3.4}(u^2h' - 3h^2)X^{n-4}Y^4 + \cdots\Big], \end{cases}$$

dans laquelle $u, h, h', \ldots$ désignent respectivement les péninvariants sources des covariants U, H, H', ..., et X, Y de nouvelles variables définies par la substitution

$$(2)\qquad x = X - bY,\quad y = aY,$$

dont le déterminant est $a$, c'est-à-dire $u$. Il suffit donc, connaissant l'expression d'un péninvariant $v$ en fonction de $a, b, c, \ldots$, d'y faire $a = 1$, $b = 0$, $c = h$, $d = k$, $e = u^2h' - 3h^2$, ..., et d'égaler le résultat à $v$ multiplié par une puissance de $u$ choisie de manière à rétablir l'homogénéité, pour obtenir une identité entre les péninvariants $u, h, h', \ldots$ et $v$, et, par conséquent, une syzygie entre les covariants correspondants.

» On arrive presque toujours ainsi à des syzygies relativement simples; mais le calcul deviendrait très laborieux ou même impraticable si l'on voulait appliquer ce procédé à des péninvariants compliqués, tels que les invariants du douzième et du dix-huitième degré de la forme du cinquième ordre, qui contiennent respectivement plus de deux cents et de huit cents

termes. Je suis parvenu à le rendre applicable dans tous les cas, grâce au théorème suivant, qui ne me paraît pas avoir encore été énoncé :

» *Soit donné un système composé d'autant de formes binaires indépendantes et de tel ordre qu'on voudra de tous leurs invariants et covariants. Soit*

$$(3) \qquad U = Ax^n + nBx^{n-1}y + \frac{n(n-1)}{1.2}Cx^{n-2}y^2 + \cdots$$

*une* quelconque *des formes du système. Si l'on effectue la substitution*

$$(4) \qquad x = X - BY, \quad y = AY,$$

*tous les coefficients, dans toutes les formes du système, deviendront des péninvariants.*

» Le fait est évident pour U, qui prend la forme (1); car, la substitution (4) n'altérant nulle part le coefficient de la plus haute puissance de $x$, $u$ de la formule (1) est identique à A, qui était source de U et, par suite, péninvariant; $h$, $h'$, ... sont les sources de covariants de U, par conséquent de formes du système considéré : ce sont donc des péninvariants; donc il en est de même de $uh$, $uk$, ..., c'est-à-dire de tous les coefficients de U après la substitution.

» Il reste à prouver qu'il en est encore de même pour une autre forme quelconque V du système. Soit

$$(5) \qquad V = vX^p + v_1X^{p-1}Y + v_2X^{p-2}Y^2 + \ldots$$

ce qu'est devenu V par la substitution (4). $v$ est tout d'abord un péninvariant, comme étant la source de V avant la substitution; puis formons le jacobien W de U et V, en calculant $\frac{dU}{dX}$, $\frac{dU}{dY}$, $\frac{dV}{dX}$, $\frac{dV}{dY}$ au moyen de (1) et de (5). Il viendra

$$W = wX^{n+p-2} + w_1X^{n+p-3}Y + w_2X^{n+p-4}Y^2 + \ldots$$

avec les valeurs suivantes des coefficients :

$$(6) \qquad \begin{cases} w = nv_1, \\ w_1 = n[2v_2 - p(n-1)hv], \\ w_2 = n\left[3v_3 + \frac{(n-1)(n-2p)}{2}hv_1 - \frac{(n-1)(n-2)p}{2}kv\right] \ldots. \end{cases}$$

» La première de ces relations montre que $v_1$ est égal à $w$, à un facteur numérique près. Mais $w$ est un péninvariant, comme source de W avant

la substitution : $v_1$ est donc un péninvariant. Or V était une forme quelconque du système : il est donc démontré que le *second* coefficient de toute forme du système est devenu un péninvariant. Dès lors il en est ainsi de $w_1$, et par suite de $v_2$, en vertu de la seconde des relations (6) ; par conséquent du *troisième* coefficient de toute forme du système, donc de $w_2$, et ainsi de suite. Le raisonnement pouvant être poursuivi indéfiniment, le théorème se trouve démontré dans toute sa généralité.

» Ce théorème présente une importance capitale dans la théorie des formes binaires, au point de vue où je me suis placé : il permet d'effectuer les opérations ordinaires servant à former et à définir des invariants et covariants, sur des formes successives dont tous les coefficients sont déjà des péninvariants, en sorte que la définition même de chaque forme nouvelle permet d'écrire la syzygie qui la relie aux formes déjà connues. De plus, toute syzygie peut être considérée comme exprimant qu'un certain covariant composé, d'ordre $p$ par exemple, est identiquement nul : dès lors, le second, le troisième, ..., le $(p+1)^{\text{ième}}$ coefficient de ce covariant sont aussi identiquement nuls : de la syzygie donnée, on peut donc déduire $p$ autres syzygies. Enfin la forme-base U, c'est-à-dire celle dont on fait disparaître le second terme, pouvant être choisie à volonté, on peut obtenir autant de représentations typiques différentes qu'on voudra pour les formes d'un même système.

» Il est d'ailleurs aisé de vérifier que, si V est une forme quelconque d'ordre $m$, appartenant au même système que la forme-base U, et si J, J', J'', ... est la série des covariants simultanés, linéaires par rapport aux coefficients de U et V, et d'ordres successifs $m+n-2$, $m+n-4$, $m+n-6$, ... (dont le premier est le jacobien), la substitution (4) donne à V la forme suivante

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} V = {} & vX^m + mjX^{m-1}Y + \frac{m(m-1)}{1.2}(uj' - hv)X^{m-2}Y^2 \\ & + \frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3}(u^2j'' + kv - 3jh)X^{m-3}Y^3 \\ & + \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1.2.3.4}(u^3j''' - u^2h'v - 6uhj' + 4jk + 9h^2v)X^{m-4}Y^4 \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{aligned}\right.$$

laquelle se réduit bien à la forme (1) si V = U, et d'où l'on tire facilement la théorie générale de tous les systèmes formés de plusieurs formes binaires simultanées, en la discutant pour chaque valeur particulière de $n$ et de $m$.

» Dans une prochaine Communication, si l'Académie veut bien le permettre, je résumerai les résultats auxquels m'a conduit l'application de la méthode dont je viens d'indiquer le principe à l'étude de la forme binaire du cinquième ordre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la théorie et les expériences de MM.* Mercadier *et* Waschy, *tendant à établir la non-influence du diélectrique sur les actions électrodynamiques.* Note de M. **Maurice Lévy.**

« MM. Mercadier et Waschy [1] se sont proposé de montrer, par des considérations théoriques d'abord, par l'expérience ensuite, que le coefficient de la formule d'Ampère est une constante « absolue », c'est-à-dire indépendante du milieu ou diélectrique au travers duquel s'exercent les actions électrodynamiques et électromagnétiques, d'où résulterait que le système des mesures électromagnétiques serait le seul système rationnel, celui qui fournirait les vraies dimensions des quantités électriques.

» Dans une Note du 22 janvier, j'ai exprimé les doutes que m'inspirait une loi qui serait la négation de l'influence du diélectrique sur les actions à distance, du moins lorsque celles-ci sont d'origine électrodynamique, négation qui semble difficilement acceptable dans l'état présent de la science. Depuis, MM. Mercadier et Waschy ont produit des expériences qui leur paraissent de nature à les faire persévérer dans leurs vues.

» Je vais donc essayer : 1° de démontrer directement l'impossibilité de la loi énoncée; 2° d'expliquer pourquoi les preuves expérimentales que ses auteurs en fournissent ne me semblent pas concluantes.

» Le coefficient $k$, que MM. Mercadier et Waschy ont introduit dans la formule de Coulomb, a une signification tout indiquée par la théorie de la polarisation diélectrique. Il varie, ainsi qu'ils l'ont rappelé eux-mêmes, en raison inverse de la capacité inductive spécifique du milieu où l'on se trouve, capacité que Maxwell désigne par la lettre K. Et, comme en mesure électrostatique on a, dans l'air, $k = 1$, et aussi $K = 1$, puisque Maxwell prend la capacité inductive spécifique de l'air pour unité électrostatique de cette quantité, on a simplement

$$(1) \qquad k = \frac{1}{K},$$

(1) Voir *Comptes rendus* des 8, 22, 29 janvier 1883.

formule qui se déduirait d'ailleurs aussi de la définition même que donne Maxwell de son coefficient K.

» Je dis que le coefficient $k'$, que MM. Mercadier et Waschy ont introduit sans le définir dans la formule d'Ampère et celle de Coulomb (magnétisme), a de même une signification précise : c'est la *perméabilité magnétique* de Thomson ou la capacité inductive magnétique de Maxwell, que celui-ci désigne par la lettre $\mu$.

» En effet, si l'on appelle U le potentiel en un point M d'un champ magnétique formé de courants ou d'aimants, ou des deux, ce potentiel étant défini comme d'habitude, c'est-à-dire sans mettre le coefficient $k'$ dans les formules, alors les composantes de la force magnétisante au point M seront, d'après MM. Mercadier et Waschy,

$$-k'\frac{\partial U}{\partial x},\quad -k'\frac{\partial U}{\partial y},\quad -k'\frac{\partial U}{\partial z}.$$

» Elles sont d'ailleurs, d'après la théorie de l'induction magnétique de Poisson-Maxwell,

$$-\mu\frac{\partial U}{\partial x},\quad -\mu\frac{\partial U}{\partial y},\quad -\mu\frac{\partial U}{\partial z};$$

on a donc bien $k' = \mu$.

» Au reste, cette identité ressort aussi nettement des propositions qui ont servi de point de départ à mes contradicteurs. Ils ont admis, en effet, que si le milieu considéré est diaphane et que V désigne la vitesse de la lumière dans ce milieu, on a $\frac{k}{k'} = V^2$, ou, à cause de (1), $k' = \frac{1}{KV^2}$. Or Maxwell a trouvé, pour la vitesse de la lumière, l'expression $V = \frac{1}{\sqrt{K\mu}}$, d'où résulte bien $k' = \mu$.

» Le coefficient $k'$ étant ainsi bien défini, l'impossibilité de la loi énoncée ressort d'elle-même. Dire en effet que $k'$ ou son égal $\mu$ est une constante *absolue*, c'est-à-dire indépendante du milieu, c'est dire que tous les corps de l'univers ont même perméabilité magnétique ou même capacité inductive magnétique, que, par suite, plongés en un lieu déterminé d'un champ magnétique donné, tous y subiront la même induction magnétique, ce qui naturellement n'a pas lieu.

» Ce qui précède, en prouvant l'inexactitude de la loi proposée, permet aussi facilement de mettre en relief ce qui a séduit les deux habiles physiciens. Ils ont admis comme point de départ : 1° la formule susmentionnée

$\frac{k}{k'} = V^2$; 2° cette autre loi de Maxwell $k = V^2$ (je supprime leur coefficient numérique $\alpha$), d'où résulte bien $k' = 1$ ou $\mu = 1$.

» Mais il va de soi que ce résultat ne s'applique qu'aux milieux diaphanes. Si les auteurs s'étaient bornés à dire que, *dans de tels milieux*, le coefficient $k'$ est une constante *absolue*, ou indépendante du milieu, ils auraient déjà commis une petite erreur, car les formules 1° et 2°, que je viens de rappeler, ne sauraient représenter des lois théoriques, mais des approximations dont le degré précis n'est même pas connu et ne saurait l'être aujourd'hui. Cela est si vrai qu'on ne sait même pas, autrement que par conjecture, si la vitesse V qui entre dans ces formules est celle de la lumière rouge ou de la violette, ou de tout autre intermédiaire, et si c'est la vitesse de la même lumière qui entre dans les deux. Ainsi, la seule conséquence qu'il était permis aux auteurs de tirer de leurs prémisses, c'était celle-ci : que le coefficient $k'$ est *sensiblement* le même pour tous les milieux diaphanes ou, en d'autres termes, que tous les milieux diaphanes ont *à peu près* la même perméabilité magnétique que l'air. Mais, réduite à ces termes, la proposition n'était pas nouvelle. Elle a été donnée par Maxwell lui-même, avec la réserve d'*approximation* que j'indique ([1]). L'ériger en loi, même pour les milieux diaphanes, était donc déjà une chose prématurée, et l'étendre aux milieux non diaphanes n'est pas permis.

» Il me reste peu de chose à ajouter pour montrer pourquoi le succès des expériences produites est chimérique. MM. Mercadier et Waschy ont opéré sur les six milieux : air, alcool, huile, glycérine, benzine et pétrole. Ils ont le droit de conclure, de leurs expériences, que les cinq derniers ont sensiblement la même capacité inductive magnétique que le premier. Cette conclusion, je l'admets sans réserve, ne mettant pas un instant en doute le soin et le talent avec lesquels ont été conduites des expériences auxquelles a pris part un physicien aussi habile que M. Mercadier; mais si, au lieu de placer dans le champ magnétique créé par leurs courants des substances aussi faiblement magnétiques que celles qu'ils ont employées, ils y plaçaient une substance dont la perméabilité magnétique soit beaucoup plus grande que celle de l'air, c'est-à-dire des plaques de fer, il est bien évident que les choses se passeraient tout autrement que dans leur expérience, et

---

([1]) There are no transparent media for which the magnetic capacity differs from that of air more than by a *very small fraction*. Hence *the principal part* of the difference between these media must depend on their dielectric capacity (*Electricity and Magnetism*, § 788).

que l'inexactitude de leur loi se manifesterait expérimentalement; les considérations théoriques qui précèdent ne peuvent laisser aucun doute à cet égard. »

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode générale pour renforcer les courants téléphoniques;* par M. JAMES MOSER.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une méthode pour renforcer les courants téléphoniques.

» J'ai employé cette méthode à Paris pour transmettre la parole et la musique à cent téléphones récepteurs au moyen d'*un seul fil* souterrain, et j'ai également transmis la parole à grande distance sur les lignes de l'État pour deux récepteurs. La dernière expérience a été faite entre Nancy et Paris. On parlait et entendait sans effort.

» L'idée qui m'a guidé est simple. Concevons le circuit induit d'une transmission téléphonique. Ici la force électromotrice est produite dans la bobine induite, et elle est absorbée par la contre-force des téléphones récepteurs et par la résistance. *Cette bobine induite est donc, pour ce courant variable, ce qu'est un élément de pile pour un courant constant.*

» Si nous augmentons le nombre des récepteurs ou la résistance dans un circuit téléphonique, l'intensité sera diminuée. Mais, comme on augmente l'intensité d'un courant constant en y introduisant plus d'éléments de pile, j'ai cherché à renforcer l'intensité de ce courant induit téléphonique et à la ramener à sa valeur initiale en y introduisant plus de bobines induites. L'augmentation du nombre des bobines induites entraînera celle des bobines inductrices et nous fera accroître l'intensité du courant inducteur.

» J'ai réussi, par mes expériences, à réaliser cette conception théorique.

» Désignons par I l'intensité du courant inducteur, par $i$ et $r$ l'intensité et la résistance du courant induit, et par P, S, T les coefficients d'induction; l'intensité du courant induit s'exprime par l'équation

$$(1) \qquad i = \frac{1}{r}\left(\frac{P\,dI}{dt} - S\frac{di}{dt} - \frac{d\,Ti}{dt}\right).$$

L'amplitude de vibration du téléphone récepteur augmentera avec $Mi$, M étant l'intensité du champ magnétique du téléphone récepteur.

» Supposons que le circuit induit ait contenu jusqu'ici une bobine et 4 téléphones récepteurs. En y introduisant maintenant 96 récepteurs au

lieu de 4, nous multiplions la résistance et la contre-force par 24, en négligeant pour le moment la résistance de la ligne. Pour rétablir l'intensité initiale, il nous faut augmenter le nombre des bobines induites dans la même proportion, en en mettant 24 au lieu d'une seule. Pour pouvoir prendre 24 bobines induites, il nous faut 24 bobines inductrices. Au lieu de $dI$, il nous faut donc $24dI$.

» Pour multiplier la variation par 24, je me suis d'abord servi de 24 circuits inducteurs séparés. Mais j'ai fini par réunir ces 24 courants élémentaires en un seul, ayant une intensité 24 fois supérieure. Ce courant inducteur est produit par une pile de grande surface, par exemple par des accumulateurs.

» Au premier abord, on pourrait croire inutile de prendre des accumulateurs; car ce n'est que de la variation que paraît dépendre l'intensité du courant induit. Cependant, de la loi d'Ohm $I = \frac{E}{R}$, nous déduisons la variation

$$dI = -\frac{E}{R^2}dR,$$

ou

$$dI = -I\frac{dR}{R}. \tag{2}$$

Il est vrai que l'intensité $i$ du courant induit augmente selon l'équation (1) avec la variation $dI$ du courant inducteur. Mais l'équation (2) nous fait voir que cette variation de l'intensité est proportionnelle à l'intensité même. Pour multiplier la valeur de I par 24, il faut réduire R. Cette résistance totale se compose de la résistance de la pile $R_P$, de celle du microphone $R_M$, et de la bobine $R_B$. Nous avons donc

$$24I = \frac{E}{\frac{R_P}{24} + \frac{R_M}{24} + \frac{R_B}{24}}.$$

Le premier terme du dénominateur nous indique qu'il faut prendre une pile à très faible résistance, par exemple des accumulateurs. Le deuxième terme nous montre de même qu'il faut grouper nos 24 transmetteurs en quantité. Alors, ils ne forment qu'un seul transmetteur à contacts multiples. Le troisième terme détermine également le groupement des 24 bobines inductrices en quantité. Cet arrangement a été adopté pour obtenir 24 fois l'intensité I d'un des courants élémentaires. Mais, en général, un nombre d'éléments d'appareils téléphoniques étant donné, nous les grou-

perons toujours à l'instar des éléments de pile, de manière à obtenir dans les bobines inductrices le maximum de travail utile.

» Quant à l'arrangement des microphones, l'équation (2) pourrait conduire à rejeter le groupement des microphones en tension. Si nous remplaçons un microphone par 4, dont 2 en tension et 2 en quantité, ce remplacement, au point de vue purement mathématique, paraît une complication, puisque R et $d$R sont restés les mêmes. Cependant l'expérience nous apprend que, pour chaque microphone, il existe une intensité maxima. Si nous la dépassons, des étincelles se produisent entre les charbons et causent un bruit qui nous empêche d'entendre. Par le second transmetteur à 4 microphones, en envoyant par chacune des deux séries de charbons l'intensité maxima, nous pouvons faire passer le double du courant maximum du microphone simple. Mais, comme nous l'avons montré plus haut, en doublant l'intensité du courant inducteur, nous doublons celle du courant induit, et nous augmentons, par conséquent, l'amplitude de vibration du téléphone.

» Pour le groupement des bobines induites et des téléphones récepteurs, les deux considérations théoriques suivantes indiquent un arrangement opposé. Il faut de la tension pour avoir le maximum de rendement et de travail utile; mais il faut de la quantité pour avoir le minimum de perte par fuite, condensation, absorption. Dans chaque cas particulier, la pratique doit prendre un terme intermédiaire entre ces deux extrêmes.

» *C'est donc une batterie de téléphones que j'ai construite*. En permettant de donner au courant une intensité voulue, elle vaincra les difficultés de transmission, causées par une grande résistance, un grand nombre de récepteurs ou un isolement imparfait. »

CHIMIE. — *Sur les chlorures de plomb et d'ammoniaque et les oxychlorures de plomb*. Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« Le chlorhydrate d'ammoniaque, en solution suffisamment concentrée, dissout le chlorure de plomb.

» J'ai préparé un certain nombre de chlorures doubles de plomb et d'ammonium en dissolvant à chaud du chlorure de plomb pulvérisé dans des solutions de sel ammoniac d'abord saturées à froid, puis saturées à chaud.

» Voici les principaux composés ainsi obtenus : $4PbCl, 11AzH^4Cl, 7HO$.

» 1° Une solution de sel ammoniac saturée à froid, chauffée à l'ébulli-

tion et additionnée de chlorure de plomb, donne, par refroidissement, un précipité cristallin, qui, séché sur du papier, m'a donné la composition :

$$2PbCl, 9AzH^4Cl, 3HO.$$

| | Trouvé. | Calculé. |
|---|---|---|
| Cl | 49,87 | 49,65 |
| Pb | 26,36 | 26,32 |
| $AzH^3$ | 19,15 | 19,45 |

Traité par l'eau froide, en petite quantité, ce corps laisse déposer du chlorure de plomb. La potasse étendue le jaunit.

» 2° En prenant une solution de sel ammoniac saturée à chaud, c'est-à-dire poids égaux d'eau et de sel (soit 200gr de chacun) et en y incorporant peu à peu 90gr environ de chlorure de plomb, puis décantant à chaud, on obtient de suite un abondant précipité de lamelles très brillantes à éclat nacré. Séparé des eaux mères au bout de peu de temps, et rapidement séché sur du papier, ce composé a pour formule

$$4PbCl, 11AzH^4Cl, 7HO.$$

| | Trouvé. | Calculé. |
|---|---|---|
| Cl | 44,10 | 44,09 |
| Pb | 34,35 | 34,28 |
| $AzH^3$ | 15,40 | 15,48 |

» 3° J'ai encore obtenu, en opérant de la même manière, un sel de la formule

$$4PbCl, 9AzH^4Cl, 5HO.$$

» On peut préparer des composés voisins des précédents en dissolvant, par exemple, dans une solution de 200gr de sel ammoniac dans 400gr d'eau, à chaud, 50gr environ de litharge bien pulvérisée. En filtrant aussitôt, j'ai obtenu un dépôt cristallin très dur et très adhérent aux parois du vase, qui m'a donné la composition

$$PbCl, 9AzH^4Cl, 4HO.$$

| | Trouvé. | Calculé. |
|---|---|---|
| Cl | 54,04 | 54,07 |
| Pb | 15,44 | 15,76 |
| $AzH^3$ | 23,66 | 23,30 |

» En prolongeant l'action de la chaleur, et avec les mêmes proportions, j'ai obtenu le corps cristallisé

$$PbCl, 5AzH^4Cl, HO.$$

» Si l'on verse dans un grand excès d'eau froide la solution de litharge dans le sel ammoniac, il se fait un précipité blanc qui se dépose assez rapidement au fond du vase. On décante l'eau, et on lave ainsi par décantation un certain nombre de fois.

» Le précipité, séché d'abord dans du papier, puis à l'étuve vers 100°, est un oxychlorure de la formule

$$PbCl, PbO.$$

» En traitant une solution de potasse ($4^{gr},71 = 2^{lit}$) par une solution équivalente de chlorure de plomb ($13^{gr},9 = 2^{lit}$), j'ai obtenu, vers 7°,5,

2 PbCl dissous + KO dissous, dégage . . . . . . . . . . . . $+ 13^{Cal},1$

d'où

PbCl dissous + PbO solide, dégage . . . . . . . . . . . . . . $+ 10^{Cal},1$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des éthers de l'acide trichloracétique.* Note de M. A. **Clermont**, présentée par M. Debray.

« Je viens de préparer l'éther éthyltrichloracétique de la manière suivante : le mélange en proportions équivalentes d'alcool et d'acide trichloracétique cristallisé est additionné de la quantité d'acide sulfurique monohydraté, indiquée par la théorie pour la formation de son bihydrate ; la température s'élève et le mélange, d'abord limpide, louchit rapidement ; en l'additionnant d'une quantité d'eau convenable, l'éther trichloracétique ainsi formé se sépare sous forme d'un liquide huileux qui gagne de suite le fond du vase. Ce procédé d'éthérification, qui n'exige pas une distillation préalable, comme cela est nécessaire avec les méthodes connues, m'a permis d'obtenir aussi les éthers trichloracétiques des alcools méthylique et isobutylique et de préparer, pour la première fois, l'éther propyltrichloracétique bouillant à + 187° et l'éther amyltrichloracétique bouillant à + 217°, sur les propriétés desquels je reviendrai prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de l'isomérie dans la série pyridique.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. Friedel.

« Les chloroplatinates des bases pyridiques de diverses provenances sont décomposés par l'eau bouillante, ainsi que l'a montré Anderson, avec formation d'un sel *modifié*, qui dérive du chloroplatinate par la perte de deux molécules d'acide chlorhydrique, mais les vitesses de décomposition

de ces sels ne sont pas les mêmes. Cette observation m'a permis de démontrer l'existence de deux lutidines isomériques dans la quinoléine brute provenant de la brucine, et de confirmer mes premières recherches sur les bases dérivées de la cinchonine.

» Les lutidines contenues dans la quinoléine brute provenant de la brucine ne peuvent pas être nettement séparées par la distillation fractionnée : en effet, les fractions qui les renferment sont souillées par des produits neutres et goudronneux qui faussent les points d'ébullition.

» Le mélange de ces fractions passant à la distillation entre 150° et 170° a été traité par un excès d'acide chlorhydrique et épuisé par l'éther, qui a dissous les impuretés. La solution chlorhydrique étendue a été additionnée de chlorure de platine également étendu. Un sel s'est précipité immédiatement, un second sel quelque temps après. Après avoir vainement essayé de les séparer, j'ai dosé le platine, le carbone et l'hydrogène dans ce mélange; j'ai obtenu des nombres conduisant à la formule de la lutidine. Mais, puisque l'eau bouillante ne décompose pas avec la même vitesse les chloroplatinates pyridiques, je pouvais espérer qu'en soumettant la solution aqueuse des deux sels à l'ébullition, l'un d'entre eux serait modifié, tandis que l'autre ne le serait pas; c'est ce qui a eu lieu. J'ai fait bouillir la solution des deux sels pendant une heure et demie; au bout de ce temps, j'ai filtré; un sel jaune s'est immédiatement précipité. Séché à 100°, ce sel fond à 204°-205°, il possède la composition du chloroplatinate de lutidine *modifié* $(C^7H^9Az)^2 + PtCl^4$. La liqueur filtrée a laissé déposer un mélange renfermant un sel rouge et une petite quantité du sel jaune. L'analyse a donné des nombres intermédiaires entre la formule du chloroplatinate *modifié* et celle du chloroplatinate normal. La seconde eau mère a abandonné un sel rouge, homogène, fusible à 179°-180°, présentant la composition du chloroplatinate de lutidine normal $[(C^7H^9Az, HCl)^2 + PtCl^4)]$. Le chloroplatinate de $\beta$-lutidine fond au-dessus de 200°.

» La réaction découverte par Anderson est appelée, si je ne me trompe, à jouer un rôle important dans l'étude de l'isomérie dans la série pyridique. J'ai étudié aussi l'action de l'eau bouillante sur les chloroplatinates des bases de quinoléine; d'une manière générale, on peut dire que ces sels présentent une beaucoup plus grande résistance que les chloroplatinates pyridiques; ils ne sont modifiés que dans certaines conditions spéciales et difficiles à réaliser.

» Qu'il me soit permis, en terminant, d'ajouter que les bases pyridiques de diverses provenances paraissent également se distinguer par la vitesse

avec laquelle elles s'unissent aux iodures alcooliques. J'espère avoir prochainement l'honneur de présenter sur ce sujet quelques nouveaux résultats à l'Académie [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir toxique relatif des sels métalliques.* Note de M. J. BLAKE, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication adressée à l'Académie le 10 avril 1882 sur le pouvoir toxique relatif des sels métalliques, j'ai fait allusion aux vues de M. Rabuteau sur ce sujet. Après la lecture de mon Mémoire, M. Dumas a fait la remarque que je n'avais pas rendu justice à M. Rabuteau et qu'il croyait que la loi formulée par ce savant était bien établie. Voici cette loi : *Les métaux sont d'autant plus actifs que leur poids atomique est plus élevé et leur chaleur spécifique plus faible.* Dans le cours de mes expériences, j'ai envisagé l'action physiologique de vingt et un métaux en injectant des solutions de leurs sels dans les veines ou dans les artères d'animaux vivants. En réunissant dans un Tableau les résultats de mes expériences sur le pouvoir toxique relatif de ces métaux et en les comparant aux résultats qui devraient découler de l'application de la loi de M. Rabuteau, on verra sans peine pourquoi je ne pouvais pas admettre l'exactitude de cette loi. Dans ce Tableau on trouve le nom du métal, son poids atomique, la position relative qu'il occupe comme agent toxique et la position qu'il devrait occuper selon la loi de M. Rabuteau. Pour montrer la vraie loi qui rattache le pouvoir toxique au poids atomique, j'ai rangé ces mêmes métaux en groupes isomorphes, en mettant après chaque métal le poids atomique et la quantité qu'il en faut par kilogramme d'animal pour être mortelle [2].

---

[1] Laboratoire de M. Wurtz, à la Faculté de Médecine.

[2] Je ne donne pas ces quantités comme une mesure du pouvoir toxique absolu de ces métaux, car mes expériences n'étaient pas faites dans le but de déterminer ce rapport. Mon objet était d'envisager l'action physiologique de ces substances. Après des expériences préliminaires pour découvrir à peu près la quantité qu'il en fallait pour tuer, cette quantité était injectée dans le sang en deux ou trois doses en laissant quelques minutes s'écouler entre chaque injection, pour que les réactions physiologiques eussent le temps de se développer. Ce sont les quantités ainsi administrées qui ont servi pour calculer la dose fatale. Comme toutes les expériences étaient faites de la même manière, leurs résultats peuvent bien être comparés.

| Métaux. | Poids atomique. | Pouvoir toxique relatif selon l'expérience. | Pouvoir toxique relatif selon la loi de M. Rabuteau. |
|---|---|---|---|
| Or | 196 | 1 | 3 |
| Fer ($Fe^2O^3$) | 56 | 2 | 20 |
| Yttrium | 90 | 3 | 13 |
| Cérium ($Ce^2O^3$) | 140 | 4 | 5 |
| Aluminium | 27 | 5 | 22 |
| Palladium | 106 | 6 | 12 |
| Didyme | 147 | 7 | 6 |
| Glucinium | 14 | 8 | 24 |
| Lanthane | 139 | 9 | 7 |
| Platine | 195 | 10 | 4 |
| Argent | 108 | 11 | 11 |
| Thorium | 231 | 12 | 1 |
| Cérium ($CeO^2$) | 140 | 13 | 5 |
| Baryum | 136 | 14 | 8 |
| Cadmium | 112 | 15 | 10 |
| Plomb | 206 | 16 | 2 |
| Cæsium | 133 | 17 | 9 |
| Rubidium | 85 | 18 | 15 |
| Cuivre | 63 | 19 | 17 |
| Cobalt | 58 | 20 | 19 |
| Zinc | 65 | 21 | 16 |
| Nickel | 58 | 22 | 18 |
| Fer ($FeO$) | 56 | 23 | 20 |
| Strontium | 87 | 24 | 14 |
| Calcium | 40 | 25 | 23 |
| Magnésium | 24 | 26 | 24 |
| Lithium | 7 | 27 | 25 |

| Métaux en groupes isomorphes. | Poids atomique. | Dose mortelle par kilogr. |
|---|---|---|
| Lithium | 7 | 1,2 |
| Rubidium | 85 | 0,12 |
| Cæsium | 133 | 0,12 |
| Argent | 108 | 0,028 |
| Or | 196 | 0,003 |
| Magnésium | 24 | 0,97 |
| Fer ($FeO$) | 56 | 0,32 |
| Nickel | 58 | 0,18 |
| Cobalt | 58 | 0,17 |
| Cuivre | 63 | 0,17 |
| Zinc | 65 | 0,18 |
| Cadmium | 112 | 0,085 |
| Calcium | 40 | 0,50 |
| Strontium | 87 | 0,38 |
| Baryum | 136 | 0,08 |
| Glucinium | 14 | 0,023 |
| Aluminium | 27 | 0,007 |
| Fer ($Fe^2O^3$) | 56 | 0,004 |
| Yttrium | 90 | 0,004 |
| Cérium ($Ce^2O^3$) | 140 | 0,005 |
| Cérium ($CeO^2$) | 140 | 0,062 |
| Thorium | 231 | 0,034 |
| Lanthane | 139 | 0,025 |
| Didyme | 147 | 0,017 |
| Palladium | 106 | 0,008 |
| Platine | 195 | 0,027 |
| Plomb | 200 | 0,110 |

» Une simple inspection de cette Table suffira pour montrer la valeur de la loi de M. Rabuteau. Si la loi était vraie, les métaux étant rangés selon leurs pouvoirs toxiques, les poids atomiques devraient se trouver à peu près en série régulière, ce qui n'est pas. Dans le Tableau où les métaux sont rangés en groupes isomorphes, il se trouve sans doute des exceptions à la loi que j'ai formulée, mais, comme je l'ai déjà dit, les quantités ne

doivent pas être considérées comme une expression exacte du pouvoir toxique. Cependant on verra qu'il y a dans le même groupe isomorphe un accord général entre le pouvoir toxique et le poids atomique. »

OPTIQUE. — *Pénétration des radiations actiniques dans l'œil de l'homme et des animaux vertébrés.* Note de M. DE CHARDONNET, présentée par M. Cornu.

« Mon but était de connaître l'absorption élective exercée sur les radiations actiniques par les milieux de l'œil pris séparément. Les expériences ont été faites de la manière suivante :

» La cornée, le cristallin et l'humeur vitrée de chacun des yeux que j'ai étudiés étaient successivement placés entre deux lames de quartz hyalin taillés perpendiculairement à l'axe de cristallisation et de rotations contraires s'annulant réciproquement. Un faisceau de lumière électrique illuminait d'abord la préparation anatomique, puis traversait une fente spectroscopique, une lentille Cornu en spath d'Islande et en quartz, enfin un prisme en spath d'Islande. Le spectre venait s'imprimer sur une plaque au gélatinobromure d'argent. La lumière émanait d'un régulateur Foucault muni de charbons Carré, qui donnent de nombreuses raies, notamment celles du fer, servant à repérer les clichés. J'ai indiqué les régions du spectre par les lettres : cette approximation est suffisante pour des travaux où les longueurs d'onde extrêmes ne peuvent guère être indiquées qu'à deux ou trois millioniemes de millimètre près. Les essais ont porté sur une douzaine de vertébrés, et souvent sur plusieurs sujets de la même espèce. Je demande la permission de remercier ici publiquement M. Gayet, le savant professeur d'Ophtalmologie à la Faculté de Médecine de Lyon, qui a bien voulu me faire, avec une extrême obligeance, les préparations anatomiques humaines nécessitées par mes recherches, et m'aider en même temps de ses conseils.

» Je résume dans le Tableau suivant l'examen d'un grand nombre de clichés :

| Espèces. | Limites vers lesquelles s'éteint le spectre du cristallin. | de la cornée. | du corps vitré. |
|---|---|---|---|
| Homme (adulte)..... | L à M | *s*, traces jusqu'en T | S à *s* |
| Bœuf .............. | L à M (un sujet a donné des traces jusqu'en N) | S à *s* | *s* à T |

| Espèces. | Limites vers lesquelles s'éteint le spectre du cristallin. | de la cornée. | du corps vitré. |
|---|---|---|---|
| Veau | R à *r* | *r* à S | *s*, traces jusqu'en T |
| Mouton et agneau | R | R, traces jusqu'en S | T, légères traces jusqu'en *t* |
| Cochon | R | *s*, traces jusqu'en T | T |
| Chat | O, traces jusqu'en P | R | T, traces jusqu'en U |
| Lièvre | O | *s* | T, traces jusqu'en U |
| Épervier | T à U | *s*, traces en T | R |
| Perdrix | *t* | T à U | T, traces jusqu'en U |
| Dindon et Dindonneau | S | P, traces jusqu'en Q ou R | T, traces jusqu'en U |
| Chouette (Chevêche à pieds emplumés) | S à *s* | T | U |
| Carpe | N à O | S, traces jusqu'en *s* | S, traces jusqu'en *s* |
| Grenouille | L à M | U | L à M [1] |

» Des expériences faites sur l'œil entier de la grenouille et du mouton ont démontré ce qui suit : quoique, en réalité, l'œil des vertébrés se comporte comme les instruments d'optique, c'est-à-dire qu'il faille tenir compte de l'absorption correspondant à tous les milieux interposés sur le trajet des rayons lumineux, on peut, sans erreur grave, considérer la transparence de l'œil complet comme presque égale à la transparence du milieu le moins diaphane [2]. Ainsi le cristallin du mouton éteint les rayons moins réfrangibles que R, tandis que l'œil entier éteint le spectre entre P et R.

» L'humeur vitrée et le cristallin de la grenouille éteignent le spectre vers M ; tandis que le spectre de l'œil entier n'atteint pas tout à fait cette raie.

» L'examen du Tableau qui précède révèle tout d'abord une loi générale qui paraît s'étendre à toutes les classes des vertébrés.

---

[1] Cette préparation commençait à se dessécher : je dois donc faire quelques réserves au sujet de ce cliché. Je n'ai pu me procurer la série de reptiles nécessaires pour l'étude complète de cette classe; j'espère que ces recherches seront reprises dans un laboratoire de Physiologie.

[2] *Sur la transparence actinique des verres d'optique,* par M. de Chardonnet (*Comptes rendus,* séance du 29 mai 1882).

» *Aucun milieu de l'œil n'est transparent pour les radiations ultra-solaires*, c'est-à-dire, pour les ondes plus courtes que T ou U, limites du spectre solaire ultra-violet. Dans l'œil, même privé d'une partie essentielle, le cristallin, par exemple, la rétine se trouve protégée contre ces radiations extrêmes, comme si la nature avait voulu prémunir cette membrane contre une lumière purement artificielle, ou comme si l'œil, adapté aux rayons solaires, n'en connaissait pas d'autres. Chez la plupart des animaux supérieurs, si l'on examine l'humeur vitrée à la lumière solaire, on ne trouve guère d'absorption, mais tout change d'aspect aussitôt qu'on opère avec l'arc électrique.

» La paupière spéciale aux oiseaux ou membrane clignotante étudiée chez l'épervier et le poulet s'est montrée translucide pour une partie du spectre ultra-violet, jusqu'en O et Q ; cet organe constitue donc un surcroît de garantie contre les rayons ultra-solaires.

» Le corps vitré a été étudié avec son enveloppe hyaline. Chez les mammifères et la plupart des oiseaux, le spectre s'éteint vers les limites du spectre solaire. Il faut avoir soin de prendre le corps vitré sous une épaisseur égale à celle qu'il occupe dans l'œil vivant; dès que l'épaisseur de la préparation diminue, on voit apparaître, surtout chez les oiseaux, un spectre plus ou moins complet au delà de U. La protection n'existe qu'avec l'épaisseur anatomique normale du milieu.

» Le spectre d'absorption de la *cornée* s'éteint chez les quatre classes de vertébrés vers des limites qui diffèrent pour chaque espèce et sont comprises entre les régions R et U.

» La fonction absorbante du *cristallin* varie à tous les degrés suivant l'espèce, l'âge et même l'individu (l'absorption est très différente chez le bœuf et chez le veau).

» En même temps que leur transparence actinique, j'ai étudié la fluorescence de la plupart de mes préparations anatomiques, en les portant dans la région ultra-violette d'un spectre très lumineux, tout en me garantissant autant que possible de la lumière étrangère. (Cette méthode est imparfaite, en ce sens qu'elle ne permet pas d'amplifier les effets, et qu'une fluorescence légère peut échapper à l'observateur). En général, la fluorescence est en rapport avec l'absorption actinique; on trouve pourtant des exceptions. Le *corps vitré* ne la présente pas en général : à peine en trouve-t-on une trace comme chez l'épervier, tout au voisinage de H. La fluorescence de la *cornée*, faible ou insensible chez l'homme, le bœuf, le veau, l'épervier, se montre vers H chez la chouette, la carpe, et s'étend jusqu'en O

chez le chat et le mouton. Le *cristallin* est généralement fluorescent; chez l'homme, l'épervier, le lièvre, le chat, le mouton, cette lueur, comparable à celle de la quinine, s'étend jusqu'aux régions O ou R; chez le veau, la chouette, la grenouille, le dindon, elle ne dépasse guère L ou M (première bande ultra-violette du carbone); enfin, je n'ai pu l'apercevoir nettement chez la perdrix examinée.

» Je demanderai la permission d'exposer à l'Académie, dans une prochaine Note, quelques conséquences de ces faits concernant la théorie de la vision. »

TÉRATOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la production des monstres, dans l'œuf de la poule, par l'effet de l'incubation tardive.* Note de M. C. **Dareste.**

« Dans une Communication précédente (séance du 31 juillet 1882), j'ai signalé une cause encore inconnue de l'apparition des monstres dans l'œuf de la poule, l'incubation tardive. Lorsque l'œuf n'est mis en incubation qu'un certain temps après la ponte, l'évolution du germe ne produit pas un embryon normal, mais un embryon monstrueux.

» J'ai signalé, en outre, cet autre fait que la modification du germe qui détermine une évolution anormale se produit plus rapidement lorsque la température de l'air est élevée que lorsqu'elle est basse. C'est ainsi que, dans une expérience faite au mois de juillet dernier, les œufs avaient déjà subi cette modification neuf jours après la ponte.

» Voici le résumé de deux expériences commencées au mois d'octobre, et terminées seulement au mois de janvier. Elles confirment complètement les idées émises dans ma première Communication, en montrant qu'à une température relativement basse les œufs conservent, pendant plus longtemps, la faculté de se développer d'une manière normale :

Première expérience. — Les œufs pondus le 3 octobre, dans une localité du département de Seine-et-Oise, sont entrés à mon laboratoire le 3, au soir. Je les ai partagés en plusieurs séries, qui ont été mises en incubation à plusieurs jours de distance.

1re *série*. — Incubation du 4 octobre. Les œufs, qui étaient encore sous l'influence des trépidations du chemin de fer, m'ont donné les résultats suivants, le 7 octobre : 1 embryon parfaitement normal; 4 embryons normaux, mais notablement retardés dans leur évolution; 1 embryon monstrueux, affecté d'omphalocéphalie.

2e *série*. — Incubation du 7 octobre. Les œufs avaient 4 jours; ils ont donné 5 embryons normaux.

3^e^ *série.* — Incubation du 14 octobre. Les œufs avaient 10 jours; ils ont donné 4 embryons normaux.

4^e^ *série.* — Incubation du 19 octobre. Les œufs avaient 15 jours; 4 embryons normaux; 2 blastodermes sans embryon.

5^e^ *série.* — Incubation du 24 octobre. Les œufs avaient 20 jours : 3 embryons normaux; 1 embryon monstrueux avec cébocéphalie et ectopie du cœur; 1 aire vasculaire avec vaisseaux et sang rouge, sans embryon; 1 blastoderme sans embryon.

» Dans cette expérience, l'évolution anormale ne s'est produite que dans les 4^e^ et 5^e^ séries; c'est-à-dire lorsque les œufs avaient 15 et 20 jours. Il y avait encore des embryons normaux dans des œufs mis en incubation 20 jours après la ponte.

» Les embryons normaux que j'ai obtenus dans cette expérience ont atteint presque tous le vingtième jour de l'incubation. Un tiers est éclos naturellement. Les deux autres tiers ont péri un peu avant l'éclosion, par suite de la non-pénétration du jaune dans la cavité abdominale.

Deuxième expérience. — OEufs pondus les 19, 20, 21, 22 et 23 décembre, entrés au laboratoire le 24 décembre, mis en incubation les 8, 10, 12, 14, 16 et 18 janvier.

1° OEufs de 16 jours. 1 embryon normal; 1 embryon monstrueux, complètement déformé par l'hydropisie, conséquence de l'arrêt de développement des îles de Wolff et de la vascularisation imcomplète de l'aire vasculaire.

2° OEufs de 18 jours. 1 embryon normal.

3° OEufs de 20 jours. 1 embryon normal.

4° OEufs de 21 jours. 1 embryon monstrueux, réduit à la tête, au-dessus de laquelle les deux cœurs primitifs se sont développés isolément. C'est un cas très remarquable d'omphalocéphalie dans lequel la région antérieure du corps s'est développée seule.

5° OEufs de 22 jours. 1 embryon normal; 1 blastoderme avec une aire vasculaire très développée et complètement vascularisée, sans embryon.

6° OEufs de 23 jours. 1 blastoderme avec une aire vasculaire complètement vascularisée, sans embryon; 1 blastoderme sans embryon.

7° OEufs de 25 jours. 1 embryon monstrueux, absence d'allantoïde; amnios comprimant l'embryon; scoliose formant quatre courbures; célosomie complète avec ectopie du cœur; hémimélie des deux membres gauches; absence de la région coccygienne.

8° OEufs de 26 jours. 1 blastoderme présentant une aire vasculaire complètement vascularisée, sans embryon.

9° OEufs de 27 jours. 1 embryon monstrueux; l'œil et l'hémisphère cérébral gauche remplacés par une tumeur vasculaire.

10° OEufs de 29 jours. 1 blastoderme sans embryon.

» Dans cette expérience, des œufs en assez grand nombre ne m'ont point présenté de développement : les cicatricules étaient désorganisées par l'absence de la fécondation. Peut-être, dans quelques-uns de ces œufs, les ci-

catricules avaient été fécondées, mais étaient mortes par suite du temps écoulé depuis la ponte. J'ignore s'il est possible de distinguer, par des caractères physiques, les cicatricules non fécondées, et les cicatricules mortes, bien qu'ayant été fécondées.

» Cette expérience concorde parfaitement avec la précédente; puisque je rencontre encore l'évolution normale sur des œufs de 22 jours.

» Ainsi la production des monstruosités par l'incubation tardive se produit plus tard en hiver qu'en été. En d'autres termes, les œufs vieillissent plus lentement lorsque la température n'est pas très élevée.

» Une autre conséquence qui résulte de ces expériences, c'est que les œufs de même âge vieillissent plus ou moins vite; que les uns se développent d'une manière normale, tandis que les autres donnent des monstres. Cela résulte du fait de l'individualité des œufs, fait que j'ai signalé depuis longtemps, et dont il faut toujours tenir compte, dans les expériences de tératogénie. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Du rôle tonique et inhibitoire des ganglions sympathiques, et de leur rapport avec les nerfs vaso-moteurs.* Note de MM. **Dastre** et **Morat**, présentée par M. Paul Bert.

« On a proposé beaucoup d'hypothèses pour expliquer le mécanisme de cette catégorie d'effets nerveux, chaque jour plus nombreux, connus sous les noms d'*inhibition, action d'arrêt, action modératrice* ou *suspensive*. Les nerfs vaso-dilatateurs offrent un type remarquable de cet ordre de nerfs dont l'excitation provoque la détente et le relâchement d'un organe et le fait rentrer à l'état de repos. On a supposé que ces nerfs exerçaient sur les muscles annulaires des vaisseaux une action élongatrice directe (Schiff, Grünhagen), supposition incompatible avec la seule donnée positive que l'on possède sur la physiologie de l'élément musculaire dont on ne connaît qu'un seul mode d'activité, le raccourcissement. On a pensé, et cette fois la supposition est inexacte, que ces nerfs feraient contracter des muscles longitudinaux (Duchenne de Boulogne). On a fait intervenir, tout aussi vainement, la contraction des parois des veinules et l'exagération des contractions autonomes (Onimus). Enfin, Prochaska, Brown-Séquard et H. Weber ont admis que l'action primitive des nerfs dilatateurs, au lieu de porter sur la tunique vasculaire, s'exerçait primitivement sur les éléments anatomiques circonvoisins.

» L'expérience a écarté ces théories et prouvé que le nerf d'arrêt vascu-

laire ne s'adresse directement ni aux muscles du vaisseau, ni aux tissus voisins. Par voie d'exclusion on est contraint de supposer qu'il agit sur l'appareil nerveux actif des vaisseaux, c'est-à-dire sur les nerfs constricteurs. D'autre part, la Physiologie générale ne permet de concevoir l'action d'un filet nerveux sur un autre que grâce à l'entremise de la cellule nerveuse. Les amas cellulaires, ganglions périphériques des trois plexus qui enlacent et pénètrent les tuniques artérielles ont donc, entre autres fonctions, celle de mettre en rapport les nerfs dilatateurs avec les constricteurs, de manière à en permettre le conflit. C'est dans ces ganglions périphériques que naît et s'engendre l'action inhibitoire, l'*interférence nerveuse* (Cl. Bernard). Ajoutons que le développement de ces neurocytes dans une région déterminée devient un indice de l'abondance des filets dilatateurs dans cette région. Leur extension générale à tous les départements de l'organisme était, par avance, une indication de l'existence universelle des nerfs vaso-dilatateurs.

» L'état actuel de la Physiologie rend ces conclusions légitimes; néanmoins l'expérimentation n'avait pas vraiment saisi et démêlé dans une masse ganglionnaire isolée le rapport des deux éléments vaso-moteurs antagonistes. Nos recherches viennent combler cette lacune :

» 1° Le ganglion cervical inférieur et surtout le ganglion premier thoracique exercent, sur les vaisseaux de diverses régions de la tête (spécialement de l'oreille), une action tonique manifeste. On peut mettre en évidence cette excitation constrictive en comparant les résultats de la section de la chaîne sympathique, en amont et en aval de l'anneau de Vieussens.

» 2° Cette action tonique est renforcée par des nerfs constricteurs venus de la moelle avec les racines des 3e, 4e et 5e paires dorsales et les rameaux communiquants qui leur correspondent. L'excitation de ces filets resserre les vaisseaux auriculaires, preuve que les éléments constricteurs y prédominent sur les antagonistes, à moins qu'ils ne les excluent. D'autre part, ces mêmes ganglions reçoivent des 8e paire cervicale, 1re et 2e dorsales, des éléments dilatateurs qui dominent leurs antagonistes, car l'excitation de ces racines et de leurs *rami communicantes* dilate les vaisseaux auriculaires. Nous avons démontré ailleurs la réalité du mélange des nerfs antagonistes, fibre à fibre, dans les mêmes cordons nerveux mixtes (cordon cervical);

» 3° Que deviennent ces nerfs inhibitoires en arrivant dans les ganglions? L'expérience suivante indique qu'ils s'y terminent et s'y perdent, au moins en partie. L'excitation en masse du cordon sympathique immédiatement au-dessous du ganglion stellaire produit habituellement la vaso-dilatation; tandis que l'excitation pratiquée au-dessus du ganglion cervical inférieur provoque habituellement la constriction.

» Ces épreuves nous montrent dans les ganglions sus-nommés des centres toniques vasculaires et des centres d'interférence ou d'inhibition. Nous

voyons, par exemple : 1° un amas ganglionnaire extra-médullaire, le ganglion premier thoracique se comporter comme un centre tonique, d'où partent des filets constricteurs des vaisseaux; 2° des éléments constricteurs se rendre de la moelle à ce centre et en renforcer l'activité; 3° des éléments antagonistes des précédents, capables d'en enrayer et d'en suspendre l'énergie, naître de la moelle et aboutir au ganglion où s'exercera leur faculté inhibitoire.

» Cet exemple n'est pas isolé. En étudiant les vaso-dilatateurs du membre inférieur, nous montrerons prochainement que les ganglions second et troisième lombaire de la chaîne abdominale semblent se comporter également comme des centres toniques et inhibitoires.

» On retrouve ainsi, réellement, dans les ganglions volumineux de la chaîne sympathique les propriétés que l'on supposait exister dans les amas ganglionnaires de la périphérie. En éclairant la physiologie de ces masses nerveuses, l'expérience les rapproche les unes des autres et fait comprendre l'unité de ce système à travers les différences de volume et de situation de ses ganglions. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Le mode de fixation des ventouses de la sangsue, étudié par la méthode graphique.* Note de M. G. Carlet, présentée par M. Paul Bert.

« Quand la sangsue veut appliquer sa ventouse orale, elle en fait saillir
» le centre comme une espèce de bourrelet qu'elle commence de coller
» contre le corps qu'elle a choisi; abaissant ensuite de dedans en dehors
» les bords de la ventouse, elle finit par en fixer solidement toute la sur-
» face. Un mécanisme à peu près semblable a lieu pour la ventouse
» anale [1]. »

» Telle est l'opinion générale, devenue classique, sur le mode de fixation des ventouses de la sangsue. Ce mécanisme a été étudié en plaçant des sangsues sur une lame de verre et examinant, à travers cette substance, ce qui se passe au moment de l'application des ventouses. Un pareil procédé, tout rationnel qu'il paraisse, ne peut donner de bons résultats, à cause de la rapidité avec laquelle s'effectue la fixation. Cependant, si les observateurs avaient attendu que la sangsue eût perdu un peu de sa viscosité, ils auraient vu que l'adhérence des ventouses ne se faisait plus d'une façon

---

[1] A. Moquin-Tandon, *Monographie de la famille des Hirudinées*, 2e éd., p. 55.

aussi parfaite et qu'une ou plusieurs bulles d'air restaient au centre de chaque ventouse, pendant sa fixation, ce qui ne pourrait avoir lieu si ce centre se fixait avant les bords.

» J'ai eu recours à la méthode graphique pour étudier la question à mon tour.

» Si l'on met une sangsue sur une feuille de papier enfumé, elle y progresse, comme sur toutes les surfaces, par l'application de ses deux ventouses, qui lui servent alternativement de point d'appui. On peut, avec quelques précautions, faire enregistrer à l'animal lui-même la série d'actes auxquels donne lieu cette double opération.

» A. La fixation de la ventouse postérieure se fait très simplement et très rapidement, d'abord par le contact de la périphérie qui dessine sur la feuille noircie une circonférence blanche entourant un cercle noir, ensuite par l'abaissement du fond de la ventouse, qui vient adhérer au papier et fait disparaître la tache noire.

» B. La fixation de la ventouse antérieure se fait d'une façon beaucoup plus compliquée et moins rapide :

» 1° La sangsue commence par explorer le lieu où elle va se fixer avec les deux côtés de la lèvre supérieure; ceux-ci s'impriment en blanc sur le papier noirci, de façon à figurer deux traits convergeant en avant.

» 2° La partie antérieure de la lèvre supérieure s'abaisse, et l'on voit se dessiner un angle curviligne ouvert en arrière.

» 3° La lèvre inférieure s'applique à son tour sur la surface noircie, où se produit alors un triangle curviligne à centre noir.

» 4° Le pharynx commence à s'abaisser et le contour triangulaire de la ventouse s'élargit en prenant la forme circulaire, de manière à tracer sur le papier un cercle blanc dont le centre reste noir, ce qui prouve qu'il n'y a pas encore contact du fond de la ventouse.

» 5° Dans un cinquième et dernier temps, la ventouse vient toucher le papier par son centre, et l'adhérence complète est décelée par un cercle entièrement blanc.

» En résumé, au lieu de commencer par fixer le centre de la ventouse, pour abaisser ensuite les bords de cet organe, comme on l'admettait sans preuves suffisantes, la sangsue commence par fixer les bords, pour abaisser ensuite le centre qui vient adhérer en dernier lieu. Enfin le détachement de la sangsue, qui ne paraît pas avoir attiré l'attention, commence à s'effectuer par les bords, pour finir par le centre de la ventouse. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Crinoïde fixé, le* Democrinus Parfaiti, *provenant des dragages du* Travailleur. Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Parmi les résultats des dragages opérés à de grandes profondeurs, il n'en est pas qui aient excité de plus vif intérêt que la découverte, à l'état vivant, de formes que l'on croyait depuis longtemps disparues. Parmi les Invertébrés fossiles, il en est peu qui aient joué, durant les périodes primaire et secondaire, un rôle aussi important que les Crinoïdes fixés et qui soient aussi mal représentés dans la nature actuelle. Lorsque Guettard annonça, en 1755, l'existence aux Antilles d'un *Pentacrinus* vivant, ce fut presque un événement scientifique; longtemps cette espèce demeura le seul représentant d'un groupe jadis extraordinairement varié et tellement riche en individus que ses représentants devaient former parfois de vastes prairies sous-marines. Lentement sont venus s'ajouter à la liste d'autres types trouvés presque tous dans les mers profondes; de sorte que l'ordre des Crinoïdes fixés se trouve aujourd'hui représenté par quatorze espèces appartenant à ce genre. Ce sont les suivantes :

» *Pentacrinus Asteria, P. Mülleri, P. decorus, P. Wyville-Thomsoni, P. Maclearanus; P. Blakei; P. alternicirrus, Rhizocrinus lofotensis, R. Rawsonii; Bathycrinus gracilis, B. Aldrichianus; Holopus Rangii; Hyocrinus Bethellianus; Hyponome Sarsii.*

» Les dragages du Travailleur viennent de révéler l'existence d'une quinzième forme ramenée de 1900$^{m}$ de profondeur sur les côtes du Maroc, par le travers du cap Blanc. Nous proposons de désigner ce nouveau Crinoïde sous le nom de *Democrinus Parfaiti* [1]. Le *Democrinus* se distingue immédiatement de tous les autres genres par la composition de son calice formé de cinq longues basales constituant à elles seules un calice en entonnoir; un sillon circulaire sépare ces cinq basales de cinq radiales rudimentaires, en forme de croissant, alternant avec elles et surmontées elles-mêmes de cinq radiales axillaires libres, rectangulaires, mobiles, sur lesquelles se fixent respectivement cinq bras, beaucoup moins larges que les radiales. Ces bras se brisent très facilement au niveau de leur articulation avec les radiales axillaires, qui se rabattent alors sur la voûte du calice; sur trois échantillons que nous avons pu examiner, deux sont totalement dépourvus

---

[1] Nous dédions cette espèce au commandant du *Travailleur*, M. T. Parfait.

de bras; le troisième n'en présente que des restes très courts, d'après lesquels il est aisé de voir que les bras devaient être extrêmement peu développés; mais on ne peut reconnaître s'ils portaient ou non des pinnules. Chez les *Rhizocrinus* et les *Hyocrinus*, les bras sont simples comme chez les *Democrinus;* mais chez les premiers les basales sont confondues et le calice formé en partie de radiales; chez les seconds les premières radiales sont grandes, soudées, et prennent aussi part à la formation du calice. D'ailleurs la voûte du calice est chez ces derniers couverte de plaques calcaires. Comme les *Rhizocrinus*, les *Democrinus*, dont le pédoncule est dépourvu de cirrhes, sont fixés au sol par un appareil radiculaire très développé.

» De tous les Crinoïdes fixés actuels, les *Democrinus* sont ceux chez qui les dimensions transversales du calice sont le plus faibles par rapport au diamètre du pédoncule. Si l'on songe que, chez les Échinodermes libres actuels, le corps tout entier ne représente que le calice des Crinoïdes fixés surmonté de ses bras, on est étonné de voir une partie qui est absolument nulle chez les représentants des autres groupes prendre chez les *Democrinus* un développement tel qu'elle représente cinq à six fois au moins le volume du corps proprement dit. Ce fait seul nous avertit que le pédoncule doit être pris en grande considération pour la détermination de la forme fondamentale des Échinodermes. Chez les *Democrinus*, il produit un appareil radiculaire formé de rameaux articulés ramifiés ayant la même structure que lui-même et présentant des dimensions supérieures à celles des bras; cet appareil ne saurait être davantage négligé au point de vue morphologique, et l'on est conduit à considérer ses diverses branches comme ayant la même valeur que le pédoncule lui-même dont elles ont la structure.

» Chez l'un de nos *Democrinus* le pédoncule fournit deux faisceaux de racines et s'amincit légèrement dans la région où naissent ces appendices; mais il reprend ensuite ses dimensions primitives et l'on doit se demander si la partie qui se prolonge au delà des racines n'est pas destinée à devenir un second pédoncule surmonté d'un second calice. Si cette induction se vérifie, les *Democrinus* constitueront le premier exemple actuel d'Echinodermes vivant en colonies et ramifiés.

» J'ai montré dans un précédent Ouvrage [1] qu'il existait un parallélisme frappant entre les Échinodermes et les Cœlentérés à structure rayonnée. Sous l'empire d'une condition d'existence déterminée, la fixation au sol, les Cœlentérés forment des colonies arborescentes sur lesquelles des polypes modifiés se groupent en verticille, comme le font les feuilles des vé-

[1] *Les Colonies animales et la formation des organismes*, 1881.

gétaux pour produire les fleurs, et donnent ainsi naissance à des organismes rayonnés, les Méduses ou les Polypes coralliaires.

» Le plus grand nombre des Échinodermes primitifs étaient fixés au sol; les Echinodermes actuels sont tous rayonnés; il était naturel de conclure que la même condition d'existence avait amené, par le même mécanisme, la formation d'organismes présentant le même mode de symétrie dans les deux groupes des Cœlentérés et des Échinodermes. Mais à la série des Échinodermes manquaient les formes arborescentes qui sont le point de départ de toute l'évolution ultérieure chez les Cœlentérés. Les *Democrinus* viennent évidemment diminuer beaucoup cette lacune. Alors même qu'ils ne vivraient pas en colonie, le volume considérable de leurs racines ramifiées, la ressemblance de ces racines avec les bras qui surmontent le calice et dont elles sont probablement homologues, suffisent à démontrer que la disposition arborescente des parties, préface en quelque sorte de la symétrie radiaire, n'est pas plus étrangère au type des Échinodermes qu'au type des Cœlentérés.

» A ces divers points de vue, la découverte des *Democrinus* présente une importance incontestable pour la morphologie générale des Échinodermes. »

GÉOLOGIE. — *Recherches géologico-chimiques sur les terrains salifères des Alpes suisses et en particulier sur celui de Bex.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« L'étude des marais salants de la période moderne m'a montré que les eaux des mers, en s'évaporant, abandonnent une série de produits minéraux parmi lesquels se trouvent toujours trois substances très spéciales, la *lithine*, la *strontiane* et l'*acide borique*. En remarquant que ces trois substances n'ont entre elles aucune liaison chimique, qu'avant mes recherches elles n'avaient au point de vue du gisement aucune relation, que l'acide borique même était considéré comme très rare et ayant une origine exclusivement volcanique, l'association de ces trois substances à des gypses, des sels gemmes, etc., dans l'intérieur de notre globe, constituera un argument puissant en faveur de la grande probabilité que ces substances salines sont des produits d'évaporation des anciennes mers. C'est là une première généralisation, que mes recherches de géologie chimique m'ont permis de formuler. Je l'ai appliquée à un grand nombre de cas très variés, embrassant en surface une partie considérable de l'Europe occidentale. Partout la vérification a été complète (*Annales de Chimie et de Physique*, 5$^e$ série, t. XXV).

» Les Alpes suisses ne sont pas moins riches en gisements salifères que les Alpes françaises ; en Suisse comme en France, on trouve très vivante l'idée que les gypses, les sels gemmes, etc., sont des produits d'éruptions intérieures. J'ai réuni les éléments suffisants pour soumettre les terrains salifères de la Suisse aux recherches chimiques que j'ai exécutées sur ceux des Alpes françaises, du Jura et des Pyrénées. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une première série de résultats obtenus, dans cette voie ; ils m'ont été fournis par l'étude du gisement salifère suisse, à juste titre le plus célèbre, celui de Bex.

» On exploite à Bex le sel gemme par dissolution et évaporation ; il se produit, par conséquent, dans l'usine, une quantité notable d'eau mère. J'ai étudié, d'un côté, le gypse, le sel, les argiles salifères et les dolomies qui encaissent les substances salines en alternant parfois avec elles ; d'un autre côté, les eaux mères provenant de l'évaporation du sel.

» *Lithine.* — J'ai dissous $5^{gr}$ de sel dans de l'eau absolument exempte de lithine ; j'ai évaporé la solution de manière qu'il restât environ $0^{cc},5$ de liquide, susceptible d'être décanté après refroidissement ; une demi-goutte de ce liquide, c'est-à-dire moins de $\frac{1}{50}$ de centimètre cube, a donné d'une façon brillante le spectre de la lithine.

» J'ai fait bouillir, quelques instants, $5^{gr}$ de gypse pulvérisé avec $10^{cc}$ d'eau ; le liquide décanté a été évaporé et réduit à n'occuper plus qu'environ $1^{cc}$; une goutte de ce liquide donne le spectre de la lithine de la façon la plus nette.

» Les argiles salifères sont tellement riches en lithine, qu'il n'est nullement besoin de leur faire subir un traitement quelconque pour la mettre en évidence; il suffit de placer sur le fil de platine une quantité de ces argiles égale au plus à $0^{gr},01$, pour voir immédiatement apparaître le spectre de la lithine.

» Les dolomies en relation avec les gypses et le sel gemme m'ont donné les mêmes résultats; il suffit de traiter $1^{gr}$ de ces dolomies par l'eau pure, pour obtenir, en évaporant cette eau, un résidu dans lequel la lithine apparaît de la manière la plus caractéristique.

» Étant donnés les résultats précédents, il était certain *a priori* que les eaux mères de Bex étaient très riches en lithine; c'est ce que l'observation a complètement justifié. Une demi-goutte (moins de $\frac{1}{50}$ de centimètre cube) de cette eau mère, portée directement dans le brûleur, a donné un spectre de la lithine aussi intense que celui de la soude.

» *Strontiane.* — J'ai fait quatre-vingt-sept déterminations de cette substance, sur des échantillons tous recueillis par moi-même et distribués dans

toute l'épaisseur de la formation salifère. En exécutant ce long travail, sur le terrain et dans mon laboratoire, je voulais savoir si la strontiane était complètement disséminée dans les gypses de Bex. Tous ces échantillons, sans une seule exception, m'ont permis de reconnaître l'existence de la strontiane : pour obtenir ce résultat de la façon la plus nette, je n'ai eu besoin, dans aucun cas, d'employer plus de $0^{gr},05$ de gypse. En outre, en comparant des gypses à peu près de même pureté, mais pris à divers niveaux dans toute l'épaisseur de la série, la proportion de strontiane s'est toujours montrée sensiblement la même. La strontiane est donc diffusée, de la façon la plus absolue, dans les gypses de Bex; *elle en est, dès lors, contemporaine*.

» *Acide borique*. — Les eaux mères de Bex ont un poids spécifique de 1,21; elles contiennent $184^{gr}$ de chlore par litre. A ce point de vue, elles sont presque identiques à celles de Salins dans le Jura (poids spécifique $=1,26$; chlore par litre $=177^{gr}$).

» Les eaux mères de Bex sont très riches en acide borique. Laissant de côté les déterminations successives que j'ai exécutées, j'arrive au résultat définitif : $1^{cc}$ de cette eau mère, traité suivant la méthode décrite dans mes précédentes publications (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII et XXV), a laissé un résidu insoluble dans l'eau; il a été divisé, à vue d'œil, en cinq parties égales; chacune d'elles a donné une coloration d'un vert intense avec la flamme de l'hydrogène et le spectre très accusé de l'acide borique dans le spectroscope. Ce n'est même pas là, à beaucoup près, une limite inférieure.

» J'ai soumis à l'étude que je viens de résumer un grand nombre de dépôts salifères des Alpes suisses : les résultats que j'ai obtenus ont été exactement les mêmes que ceux qui viennent d'être exposés pour les terrains de Bex.

» L'ensemble des faits précédents conduit donc à cette conclusion, que les terrains salifères des Alpes suisses, comme ceux des Alpes françaises, du Jura et des Pyrénées, sont des produits provenant de l'évaporation des anciennes mers. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.